Elektronica en Telecommunicatie 9/10

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIvI en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

Openbare geschakelde datanetten

621.394.65:621.395.63:681.325

I. Inleiding

door ir. A. Chr. Jansen, Centrale Directie PTT, 's-Gravenhage

Synopsis: *Public Switched Data Networks.*
Will the existing telex and telephone networks in future also be suitable for data communication?

Will the future digital telephone network, in which integrated switching and transmission techniques are applied offer the solution?

Are public data networks really required or are private data networks the solution?

In this series of articles some views are expressed and some solutions are given for the development in the Federal Republic of Germany and the United Kingdom.

Bij de studies, die allerwegen van openbare geschakelde datanetten worden gemaakt, kan men zich afvragen:

1. zijn voor deze netten de bestaande telex- en telefoonnetten niet bruikbaar?
2. brengt het toekomstige digitale telefoonnet met geïntegreerde schakel- en transmissietechniek tevens voor deze toepassing de oplossing?
3. kan niet veel beter door privé-netten aan de behoeften worden voldaan?

Ad 1. De bestaande telex- en telefoonnetten zijn wel bruikbaar voor data, maar zij hebben de volgende onvolkomenheden:

a. te grote opbouwtijden voor een verbinding (10 s en meer);
b. er is een snelheidsbeperking: bij telex 50 bit/s, waardoor dit net in feite ongeschikt is voor het internationale (8-eenheden data) alfabet No. 5; bij telefoon 1200 à 2400 bit/s;
c. te grote foutenkans, vooral bij het telefoonnet;
d. er zijn onvoldoende abonneekenmerken (o.a. voor het incorporeren van gesloten netten), vooral bij telefoon, en er zijn onvoldoende abonneegerieven (bijv. verkort kiezen en 'hot line' zijn niet mogelijk);
e. telefoonsignalering, gebaseerd op menselijke bediening (signaaltonen en niet-automatisch vrijgeven bij inkomend sluitsignaal), is minder geschikt voor machines.

Toch zullen deze netten altijd wel voor eenvoudig dataverkeer in gebruik blijven.

Ad 2. Het toekomstige geschakelde digitale telefoonnet is niet zonder meer geschikt voor dataverkeer, omdat:

a. voorlopig de digitalisering zich niet tot de abonneelijn kan uitstrekken, waardoor de nummercentrales van het ruimteverdeelde type moeten blijven en derhalve ongeschikt zijn voor het aansluiten van digitale data-abonneelijnen;
b. de digitalisering van de telefonie dan voorlopig beperkt blijft tot interlokale lijnen en verkeerscentrales, en verkeerscentrales niet zonder meer geschikt zijn voor aansluiting van data-abonnees;
c. digitale telefoonverkeerscentrales geschikt zijn voor het schakelen van informatiestromen van 64 kbit/s, maar er voor data ook behoefte bestaat aan lagere en misschien ook aan hogere snelheden.

Misschien komt de volledige dienstenintegratie van telefonie en data in één geschakeld telecommunicatienet wel nooit, gezien de grote aantallen weinigeisende telefoonabonnees, die wel zeer goedkoop bediend moeten worden, en de kleinere aantallen veeleisende data-abonnees. Zoals uit de bijdragen van de heren Jendra en Chapman zal blijken, is er echter altijd een zekere integratie door gemeenschappelijk gebruik van transmissiewegen (kabels en straalverbindingen) en multiplex-apparatuur; in het net van de Deutsche Bundespost worden de centrales daarnaast bovendien voor telex gebruikt.

Ad 3. De hoofdfuncties van een openbaar geschakeld net zijn:

a. het bieden van een mogelijkheid voor communicatie tussen willekeurige abonnees;
b. het verbeteren van het rendement van lijnen en schakelmiddelen door verkeersconcentratie.

Voordrachten, gehouden op 27 januari 1972 voor de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en het Genootschap van Ingenieurs der PTT, in motel Moto Resto te Bunnik. Zie voor de aankondiging 'De Ingenieur' 1971, nr. 51/52, blz. A 980.

Voor veel huidige datatoepassingen is functie a) overbodig (een bepaalde abonnee heeft alleen verkeer met één verwerkingscentrum). Dan blijft alleen functie b) over. De kosten van de data-eindapparatuur buiten beschouwing gelaten, zal i.v.m. het betrekkelijk kleine aantal centrales ruwweg $\frac{2}{3}$ van de kosten van het datanet in de abonneelijnen en de abonneelijnafsluitingen zitten (verkeersonafhankelijk) en $\frac{1}{3}$ in de centrales en verbindingslijnen (verkeersafhankelijk), waarvan het leeuwendeel voor centrales.

Bij volgens het retributieve beginsel op kostprijs gebaseerde tarieven zal ongeveer dezelfde verhouding in de verkeersonafhankelijke abonnementstarieven en de verkeersafhankelijke verbindingstarieven tot uitdrukking moeten komen. Hoewel tarieven met enige 'beleidssaus' overgoten kunnen worden en daardoor de abonnementstarieven wat lager gesteld zullen kunnen worden, zal waarschijnlijk toch een privé-datanet met eenvoudige concentrator daarom, zelfs bij vrij gering verkeer, financieel voordeliger kunnen zijn dan het gebruik maken van het openbare net. In ieder geval zal het door sommigen – overigens ten onrechte – nagestreefde doel van integratie van alle privénetten in het openbare datanet onverwezenlijkbaar blijken te zijn – evenals trouwens bij telefoon en telex.

Het ziet er niettemin naar uit, dat de hoofdfunctie a) met het ontstaan van op deelgebieden gespecialiseerde databanken en van voor bepaalde problemen gespecialiseerde 'time sharing' bureaus van toenemend belang zal worden, zodat er naast privé-netten zeker behoefte aan een openbaar datanet zal bestaan.

621.394.65:621.395.63:681.325

II. Over het ontstaan en de doelstellingen van een openbaar datacommunicatienet

door ir. H. J. Spoon, N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie, Hilversum



Synopsis: *Objectives for a Public Data Communication Network.*
The rapid growth of real-time operating computer networks requires very efficient means for telecommunication. The existing telephone network cannot fully satisfy the needs for sophisticated data communication. Future switched data networks must be designed for a number of diverging transmission speeds, very small setting-up time and a number of additional features. Both circuit-switching and store-and-forward switching techniques will be needed.

Inleiding

De ontwikkeling van geschakelde netten voor datacommunicatie staat tegenwoordig in het centrum van de belangstelling. De groei van de datatransmissie via het telefoonnet en de daarmee gepaard gaande problemen hebben geleid tot een bezinning op de eisen, die de toekomstige datacommunicatie zal gaan stellen. Internationale organisaties, zoals ISO en CCITT, houden zich bezig met de standaardisatie van deze eisen en met de aspecten van internationale samenwerking.

In verschillende landen zijn min of meer concrete plannen ter realisering van openbare datanetten aan het ontstaan. Enkele daarvan zullen in deze serie artikelen worden toegelicht.

Waarom een datacommunicatienet?

Van de aanvang af is bij het gebruik van rekenmachines de gewoonte geweest om de gegevens manuaal aan te bieden en in te voeren. In moderne rekencentra is er veeleer een tendens om de invoer en uitvoer te verschuiven naar de plaatsen, waar de gegevens ontstaan, resp. waar de uitkomsten moeten worden gepresenteerd. Daarvoor zullen dan aanvoer- en afvoerlijnen nodig zijn, die soms zeer lang kunnen worden.

In een aantal gevallen gaat de plaatselijke gegevensinvoer bovendien gepaard aan een 'real-time' behandeling, dat wil zeggen aan een vrijwel onmiddellijke verwerking van de gegevens en eventuele presentatie van de antwoorden. Het is juist dit real-time dataverkeer, dat een snel en efficiënt werkend datacommunicatienet vereist. De huidige computercommunicatienetten, opgebouwd met multipoint-verbindingslijnen, voldoen slechts ten dele aan deze eis.

In fig. 1 is een dergelijke netvorm aangegeven. Bij het zenden van een bericht van een datastation naar de rekenmachine moet ervoor worden gewaakt dat slechts één van de stations begint met zenden. Dit wordt bereikt door de stations van een verbinding één voor één uit het centrum aan te roepen. Dit is een tijdrovende procedure.

De structuur van een net met multipoint-verbindingen leidt tot een hoge gebruiksdichtheid van de trajecten dicht bij de rekenmachine, terwijl de gebruiksintensiteit naar de periferie van het net sterk afneemt. Ongelukkigerwijs zijn deze laatste trajecten meestal juist de langste en daardoor tevens de kostbaarste. De exploitatiekosten nemen dus naar de periferie van

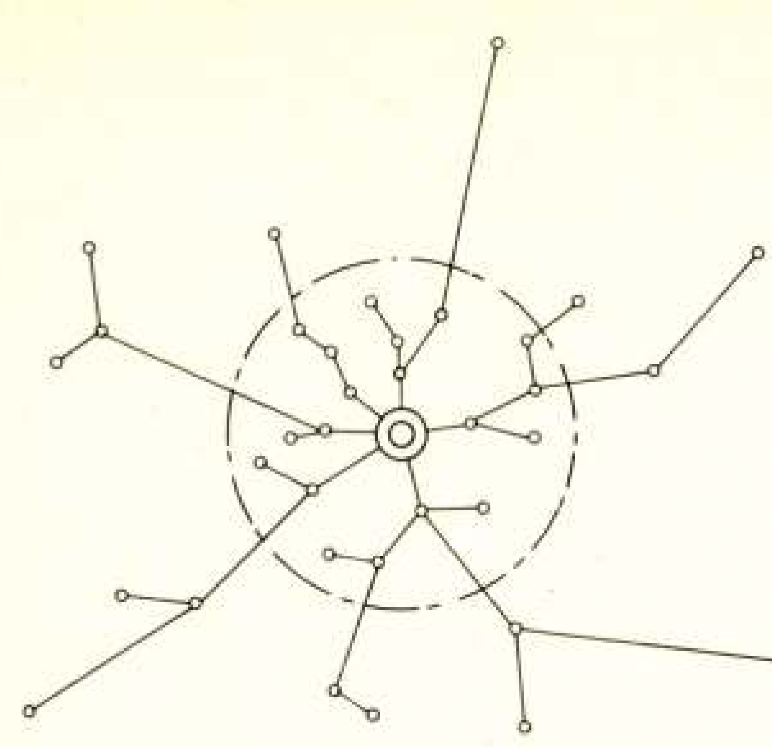


Fig. 1. Stervormig net met veelpuntsverbindingslijnen.

het net sterk toe. Buiten een met een punt-streeplijn getrokken, doch overigens niet nader aangegeven grens zijn vaste verbindingen niet lonend.

Waarom een gemeenschappelijk net?

Een praktische oplossing is het gebruik van een geschakeld telecommunicatienet, dat door een groot aantal organisaties gemeenschappelijk kan worden gebruikt. Een goed gedimensioneerd geschakeld net betekent tevens een betrouwbaarder oplossing: een gestoorde huurlijn kan niet onmiddellijk worden gerepareerd of door een andere vervangen, maar in een geschakeld net staat, althans voor de verbindingslijnen, steeds een hele groep ter beschikking.

In fig. 2 valt het op, dat de datastations en rekencentra van verschillende organisaties als gelijkwaardige partners van een gemeenschappelijk net zijn beschouwd. In deze figuur is verder met een stippellijn het grensvlak (interface) aangegeven, waar de installatie van de gebruikers eindigt en de verantwoordelijkheid betreffende het telecommunicatienet begint.

Anders dan in het telefoonnet en het telexnet, zal het door de veelheid van typen apparatuur voor de PTT onmogelijk zijn om als exploitant van data-apparatuur op te treden. Er zijn dus duidelijke afspraken nodig om de procedures op het grensvlak tussen data-apparatuur en datanet vast te leggen. Er is een tendens om deze afspraken ook internationaal te standaardiseren,

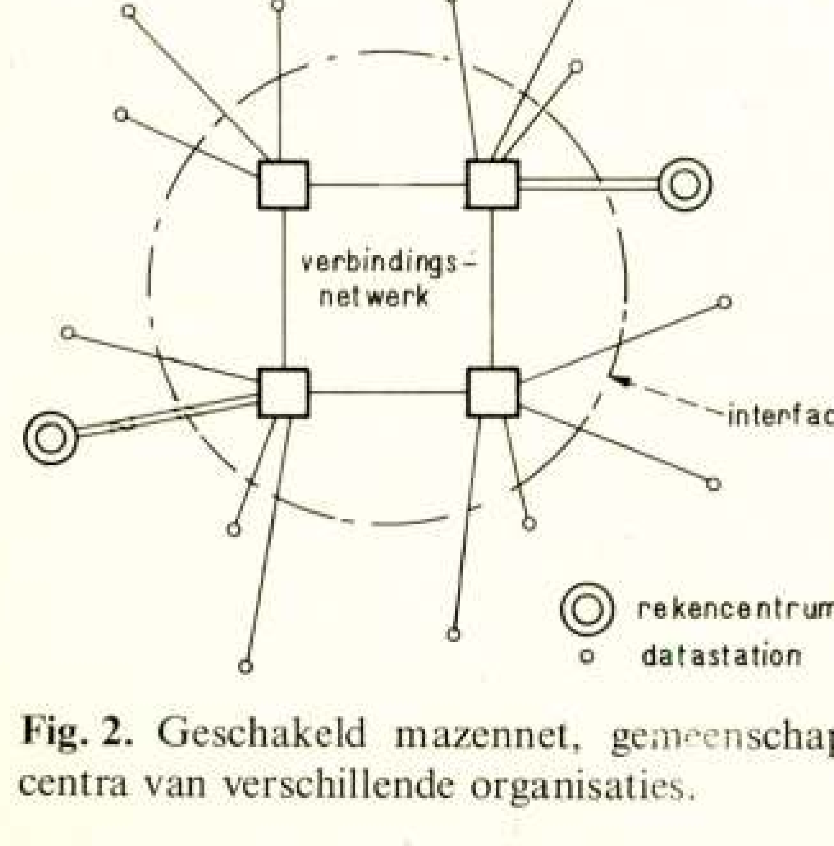


Fig. 2. Geschakeld mazennet, gemeenschappelijk voor computercentra van verschillende organisaties.

teneinde het de fabrikanten van datatoestellen mogelijk te maken om in verschillende landen dezelfde apparatuur te leveren.

De opbouw van een openbaar datacommunicatienet

Binnen de cirkel van fig. 2 vinden wij een telecommunicatienet, bestaande uit schakelcentra en verbindingslijnen, meer gedetailleerd weergegeven in fig. 3.

Over het verkeerspatroon in dit net valt nu nog weinig te zeggen. Uit het voorgaande hoofdstuk kan echter worden afgeleid dat het 'lokale' verkeer een minder belangrijke rol zal spelen dan het lange-afstandverkeer. We zullen dan ook van de aanvang af rekening moeten houden met het internationale karakter van het datanet, omdat juist op de lange trajecten een geschakeld net het grootste profijt oplevert ten opzichte van vaste verbindingen.

Het lange-afstandskarakter brengt ook met zich mee dat met een betrekkelijk gering aantal grote centrales kan worden volstaan. Aan één kant is dat prettig, omdat de besturing van centrales voor een veeleisend dataverkeer ongetwijfeld een kostbare zaak zal zijn. Aan de andere kant leidt de centralisering tot lange aanvoerlijnen en tot multiplexing van abonneeverkeer, een situatie, die bijv. in het telefoonnet zeer ongebruikelijk is.

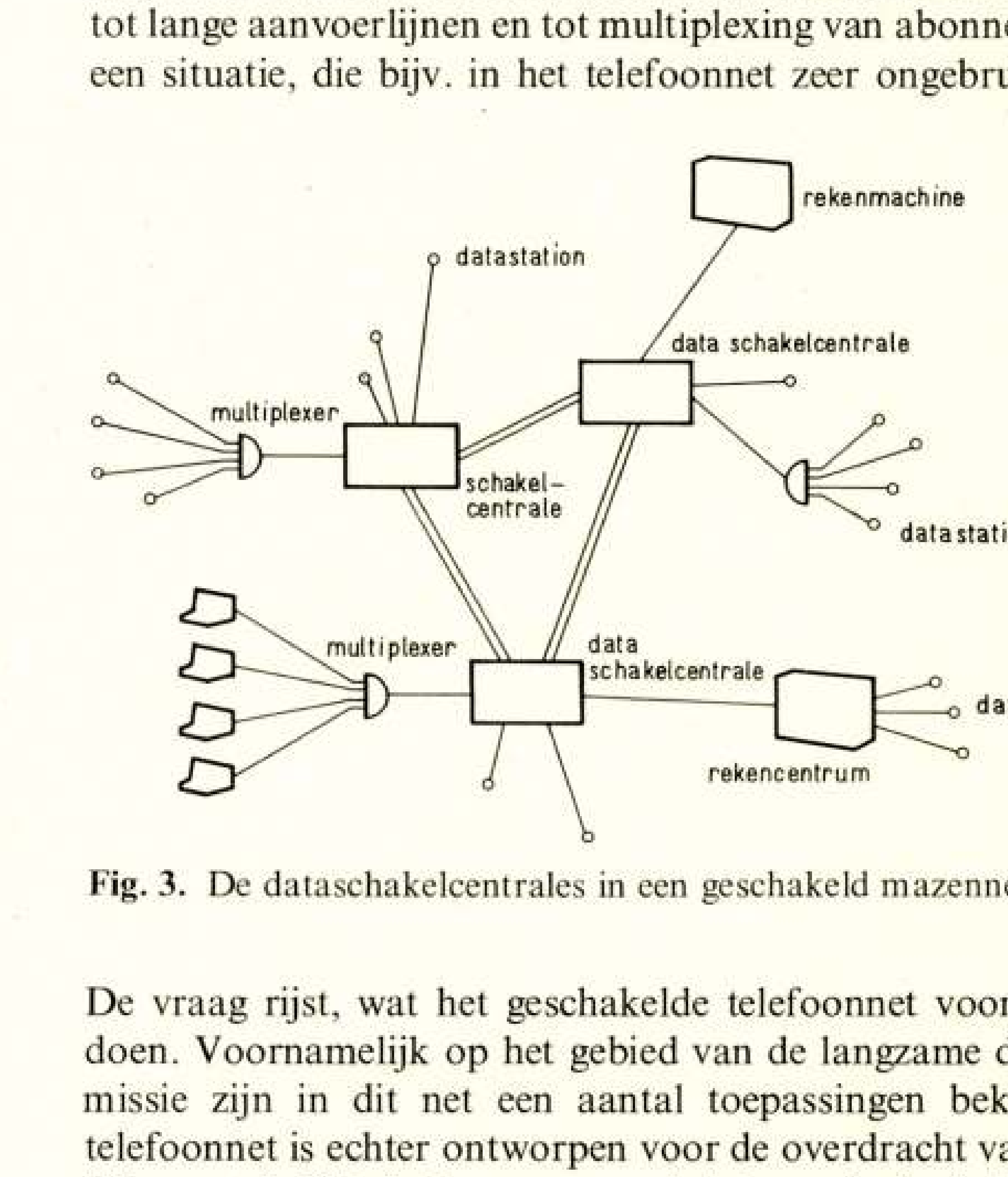


Fig. 3. De dataschakelcentrales in een geschakeld mazennet.

De vraag rijst, wat het geschakelde telefoonnet voor ons kan doen. Voornamelijk op het gebied van de langzame datatransmissie zijn in dit net een aantal toepassingen bekend. Het telefoonnet is echter ontworpen voor de overdracht van menselijke spraak. Het is daarom voor datatransmissie niet bijzonder geschikt, vooral niet voor een aantal toepassingen met korte antwoordtijd, zoals die zich nu beginnen aan te dienen.

Het toekomstige digitale telefoonnet zal veel van de beperkingen kunnen opheffen die in het huidige net voor datatransmissie worden aangetroffen.

Alvorens het digitale net tot datanet te promoveren, zal ik eerst aan de hand van een tweetal voorbeelden trachten aan te tonen, welke eisen moeten worden gesteld aan een soepel werkend datacommunicatienet.

Enkele toepassingen

Wij zullen enkele toepassingen in verband met real-time dataverkeer bezien.

Het eerste voorbeeld vinden we in een plaatsreserverings-

systeem en een gemechaniseerd administratiesysteem voor een bank. Voor de invoer en uitvoer van gegevens wordt meestal gebruik gemaakt van speciale loketmachines of van de meer universele beeldtoestellen (video displays). De gegevens van de transactie of de te maken reservering worden met een toetsenbord ingevoerd en tijdelijk in het toestel opgeslagen. Na visuele verificatie wordt een verbinding gemaakt met het rekencentrum, waarna de gegevens met een snelheid van ongeveer 2400 bit/s kunnen worden overgedragen. Zodra het antwoord is bepaald, kan dit zichtbaar worden gemaakt of afgedrukt, waarna de verbinding niet meer nodig is.

Een dergelijke transactie kenmerkt zich door een zeer kleine houdtijd, veroorzaakt door de meestal geëiste antwoordtijd van enkele seconden. Een logisch gevolg is, dat de opbouwtijd van de verbinding ook niet meer dan enkele tienden van seconden kan bedragen. Deze zeer duidelijk gestelde eis, die niet gemakkelijk is te vervullen, geldt gelukkig niet voor alle soorten dataverkeer.

Een heel andere verkeersvorm is die, waarbij een betrekkelijk langdurige verbinding met een rekenmachine wordt gemaakt voor het oplossen van technische of wetenschappelijke problemen. Wij gebruiken daarbij de term 'time-sharing', die duidt op het schijnbaar gelijktijdig bedienen van de rekenmachine door een groot aantal gebruikers. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verreschrijvers met snelheden tussen 100 en 200 bit/s. Het opbouwen van de verbinding mag hierbij best enkele seconden kosten.

Het kan echter voorkomen dat bij het oplossen van bepaalde vraagstukken de hulp van een tweede rekencentrum moet worden ingeroepen. De eerste rekenmachine moet dan een verbinding met de tweede kunnen opbouwen om daar van een ander programma of een ander gegevensbestand gebruik te kunnen maken. Ook in dit geval worden hoge eisen aan de antwoordtijd gesteld, omdat op het antwoord wordt gewacht.

In de beide hiervoor genoemde verkeersvormen staat de bestemming van de oproep meestal vast. Het kiezen kan dan vervallen, of er kan met een enkel cijfer worden volstaan; de centrale weet dan door de identificatie van de oproeper genoeg om het volledige nummer te kunnen samenstellen.

Ontwerpeisen voor een toekomstig datacommunicatienet

Uit een aantal toepassingen, die wij nu reeds kunnen overzien, kunnen wij de volgende ontwerpeisen afleiden:

– Een aantal sterk uiteenlopende transmissiesnelheden moet mogelijk zijn. Voorlopig is de keus bepaald op:
- maximaal 200 bit/s voor verreschrijvers;
- 2400 bit/s voor gebufferde datatoestellen, zoals beeldtoestellen;
- 9600 bit/s voor snelle regeldrukkers, kaartlezers en andere perifere apparatuur;
- 48 000 bit/s en hoger voor verbindingen tussen rekenmachines onderling en naar snelle geheugeneenheden.

– De gebruiker moet zoveel mogelijk worden vrijgelaten in de keuze van zijn alfabet en de codering daarvan (transparantie). Voor het kiezen van de gewenste verbinding zal echter een gemeenschappelijk signaleringsalfabet moeten worden gebruikt.

– De verbindingsopbouw moet bij de hogere transmissiesnelheden in 0,1 à 0,2 seconden kunnen plaatsvinden.

– Binnen het algemene net moet een groot aantal besloten netten kunnen worden gevormd. Het is bijv. nodig om een banknet te beschermen tegen oproepen van buitenaf. Binnen dergelijke besloten netten zal op een vereenvoudigde manier moeten kunnen worden gekozen: verkort kiezen, of helemaal niet kiezen.

– Een datatoestel moet zelfstandig kunnen oproepen en beantwoorden; er is dus een digitale wijze van signaleren en kiezen nodig.

– De kans op transmissiefouten moet zeer gering zijn; streefwaarde: niet meer dan één fout per 10^6 verzonden bits.

– Een lage stagnatiekans is noodzakelijk voor een goede verkeersafwikkeling bij een datatoestel.

– Het is wenselijk om op enkele plaatsen in het net bufferfaciliteiten in te richten, voor het verrichten van uiteenlopende functies, zoals:
- het omzetten van een veel gebruikte code in een andere, bijv. het 5-eenheden telegraafalfabet in de 7-eenheden ASCII code[1] en vice versa;
- het omzetten van de ene transmissiesnelheid in een andere, zodat ongelijksoortige datatoestellen toch kunnen samenwerken;
- het tijdelijk opslaan van een bericht als het opgeroepen station bezet blijkt;
- concentratie van het verkeer van een groot aantal langzame bronnen naar een enkele snelle ingang van een rekencentrum.

– De kostenverrekening zou bij voorkeur moeten worden gebaseerd op het aantal verzonden datatekens en minder op tijdsduur, afstand en transmissiesnelheid van een verbinding.

Het datatransport

Dank zij de digitale overdracht van de gegevens kan het transport op verschillende manieren worden georganiseerd.

In eerste instantie kan onderscheid worden gemaakt tussen 'line switching' en 'message switching' (voor deze begrippen zijn nog geen adequate Nederlandse benamingen in gebruik, zodat ze hier onvertaald zullen worden gebruikt).

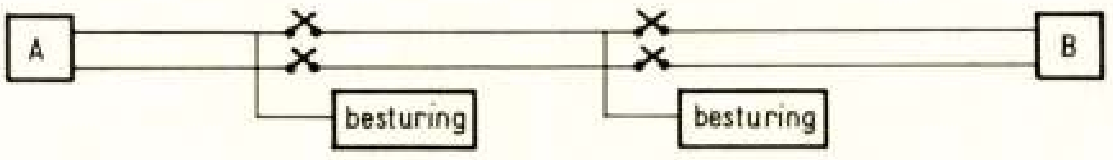


Fig. 4. Verbinding, opgebouwd van A naar B volgens het principe van de 'line switching'.

In fig. 4 is schematisch de *line switching manier* aangegeven, welke in het telefoonnet en het telexnet gebruikelijk is. Tijdens de duur van de communicatie is er een directe verbinding van A naar B en van B naar A, zodat de gegevens kunnen worden overgebracht op de manier die de gebruiker prefereert. De beide transmissiewegen zullen echter zelden gelijktijdig worden gebruikt. Ze zijn wel na elkaar nodig, om zeker te stellen dat het bericht op de juiste bestemming arriveert.

Feitelijk bestaat een communicatie uit een gedwongen opeenvolging van berichten in heen- en teruggaande richting, zonder dat een blijvende verbinding in beide richtingen gelijktijdig nodig is.

Het *message switching systeem* dat in fig. 5 is aangegeven,

[1]) ASCII: American Standard Code for Information Interchange.

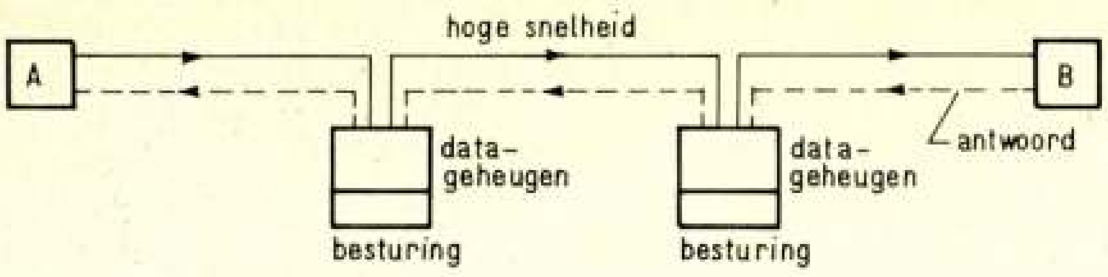


Fig. 5. Verbinding tussen A en B, waarbij het dataverkeer volgens het principe van 'message switching' wordt afgewikkeld.

maakt hiervan gebruik. Deze werkwijze lijkt veel op die bij de postdienst: een te verzenden bericht wordt gedeponeerd en tijdelijk opgeslagen in de eerste centrale. Op grond van het meegestuurde adres kan de verzendrichting worden bepaald. Dit proces (ook wel aangeduid met 'store and forward') herhaalt zich in de volgende centrales tot de bestemming B is bereikt. Een eventueel antwoord – of ontvangstbevestiging – uit B kan op dezelfde manier als een zelfstandig bericht worden teruggezonden, geadresseerd aan A.

Wanneer wij deze message switching vergelijken met de line switching methode, dan zien we enkele markante verschillen:
- de verbindingswegen kunnen bij message switching veel efficiënter worden gebruikt;
- de oproeper kan zijn bericht onmiddellijk in de eerste centrale kwijt (hij vindt dus geen 'bezet');
- er kan echter vertraging optreden, die maar ten dele kan worden gecompenseerd door de verbindingslijnen met een hogere snelheid te laten werken;
- de centrales zijn duurder door de benodigde geheugenruimte voor de opslag van de berichten;
- er moet zorgvuldig worden gewaakt tegen verlies en verkeerde routering van de berichten.

Bij een vergelijking van de netwerkkosten blijkt meestal dat in een particulier net het message switching systeem voordeliger is, terwijl in een openbaar net de voorkeur wordt gegeven aan het eenvoudiger line switching systeem.

Packet switching

De nadelen van de message switching methode kunnen aanzienlijk worden verminderd door een aantal additionele maatregelen:
- verdelen van lange berichten in stukken met een vaste maximum lengte van bijv. 1000 bits;
- toevoegen van controlebits (redundantie) aan zo'n 'pakket' databits, waardoor transmissiefouten in adres- of databits kunnen worden onderkend en hersteld (fig. 6);
- een volgend pakket pas te sturen na bevestiging van de ontvangst van het voorgaande, waardoor de aanspraken op geheugenruimte in de datacentrales zeer sterk verminderen;



Fig. 6. Indeling van een pakket.

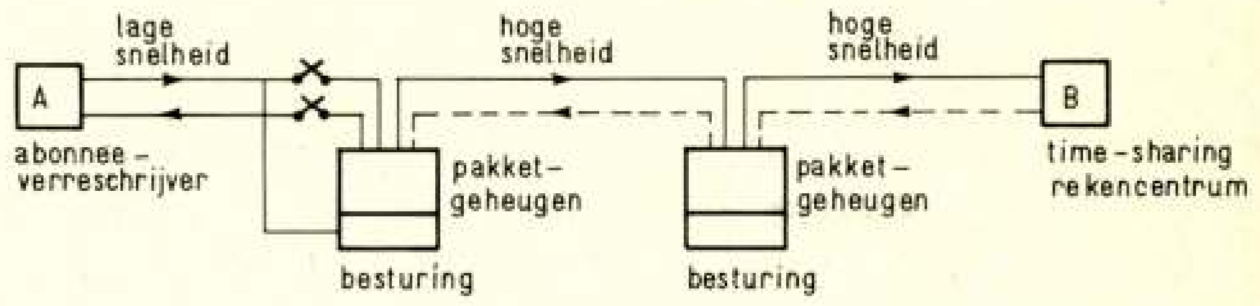


Fig. 7. Overgang van 'line switching' op 'packet switching'.

- de verbinding te 'openen' met een speciaal pakket waarop de opgeroepene – wat een rekenmachine kan zijn – kan antwoorden of de communicatie gelegen komt of niet. In dit openingspakket kan tevens een meer uitgebreide afzender-informatie worden opgenomen.

De *packet switching*, op deze wijze georganiseerd, vertoont sterke overeenkomst met de procedures die in rekencentra worden gebruikt voor de uitwisseling van gegevens tussen rekenmachine en perifere apparatuur. Het is dan ook te verwachten, dat de packet switching in openbare datanetten een ruime belangstelling zal ontmoeten, naast de gebruikelijke line switching.

Mens-machine verkeer

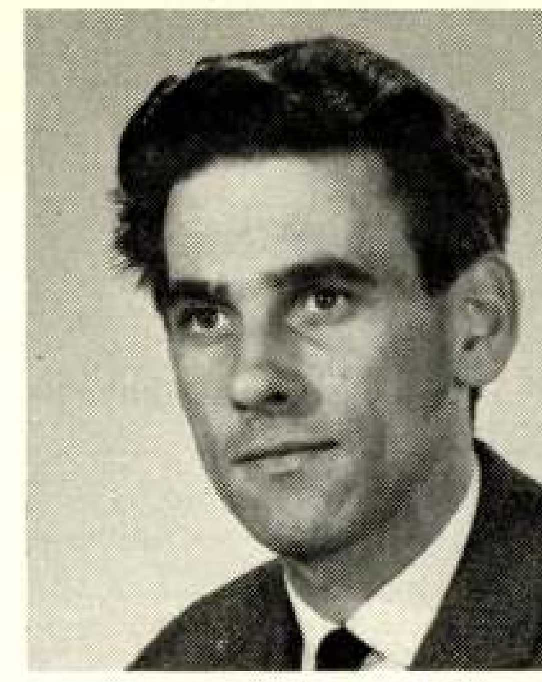
Er kan worden opgemerkt, dat de wijze van signaleren bij line switching goed past bij menselijke bediening, terwijl packet switching meer is gericht op machinale aanbieding en verwerking. Dit suggereert dat de combinatie van beide methoden een zinvolle oplossing geeft voor het mens-machine verkeer.

In fig. 7 is dit toegelicht voor het geval van een time-sharing rekensysteem. De deelnemers, die beschikken over een verreschrijver, krijgen na het maken van een oproep toegang tot een pakketgeheugen in de datacentrale. De ingetypte informatie wordt daar verzameld en periodiek met hoge snelheid als pakket doorgestuurd naar het rekencentrum. De antwoorden uit het rekencentrum, eveneens in pakketvorm, worden door de datacentrale ontdaan van de besturingsinformatie en met lage snelheid aan de oproeper doorgegeven.

De deelnemer van de time-sharing-dienst merkt van de omzetting in pakketten vrijwel niets. Voor het rekencentrum is er echter een groot voordeel: in plaats van een groot aantal lijnen met lage snelheid volstaat nu één enkele snelle datalijn. De informatie van een groot aantal deelnemers komt nu achter elkaar binnen in een vorm die passend is voor directe verwerking of tijdelijke opslag.

621.394.65:621.395.63:681.325

III. Mogelijkheden van nieuwe datanetten



door ir. J. P. M. Akerboom, Dr. Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam

Synopsis: *Possibilities of a New Data Network.*
In this paper the author deals with the system objectives of synchronous switched datanetworks, based on an envelope structure at the subscribers premises. Methods are given of how to implement such a network in existing networks (e.g. processor controlled reed exchanges). Problems of interfaces, synchronization and compatibility with PCM-telephone systems are dealt with.

1. Inleiding

Er is reeds veel gesproken en geschreven over de wenselijkheid om voor sommige diensten van een geschakeld datanet gebruik te maken. Een geschakeld datanet geeft de mogelijkheid om vanuit een bepaald punt met andere punten te communiceren, en geeft bovendien de mogelijkheid om het aantal lijnen te beperken (concentratie).

In het volgende zal een dergelijk net met de mogelijke configuratie ervan worden besproken. Met name moet hierbij dan worden gedacht aan toepassingen in de sfeer van reserveringssystemen en databanken. Met de komst van de zgn. 'visual displays' mag men verwachten dat dergelijke systemen in een geschakeld datanet tot ontplooiing kunnen komen. Ook andere mogelijkheden zullen toepassing kunnen vinden zoals een systeem, waarin regeldrukkers centraal staan opgesteld, die van verschillende punten uit door abonnees op wens kunnen worden gebruikt.

Uitgaande van de wens van een nieuw geschakeld datanet moeten enige eisen worden opgesteld, die ook in de toekomst geldig zullen blijven. In tabel 1 zijn de belangrijkste ervan weergegeven.

Tabel 1. Voornaamste eisen voor nieuwe datanetten.

1. Abonneesignalering gebaseerd op CCITT-data-alfabet nr. 5.
2. Tweewaardige signalen.
3. Codetransparantheid.
4. Korte opbouwtijden (in de orde van 100 ... 500 ms).
5. Beperkt aantal gebruikerssnelheden, zoals: 600 bit/s, 2400 bit/s, 9600 bit/s en 48 000 bit/s.
6. Onderling aanpassen van de gebruikerssnelheden door middel van 'store and forward'-faciliteiten in de centrales.
7. Toepassen van serietransmissie op de lijnen.

Allereerst is genoemd dat de signalering gebaseerd moet zijn op het internationaal overeengekomen data-alfabet nr. 5. Dit is een alfabet samengesteld uit tekens van 8 bits, inclusief pariteitscontrole.

Verder moet de informatiebehandeling in het net op tweewaardige signaalelementen zijn gebaseerd, omdat de data feitelijk in de meeste gevallen tweewaardig zijn opgebouwd en digitale transmissie en schakeltechniek steeds meer ingang vinden, o.a. in de telefonie.

Met codetransparantheid wordt bedoeld dat de abonnee iedere code in zijn dataverbinding mag laten voorkomen. Korte opbouwtijden zijn gewenst in verband met de relatief grote hoeveelheid te verwachten dataverkeer van korte duur, dat een 'burst'-achtig karakter vertoont. Verder is het wenselijk een aantal gebruikerssnelheden te standaardiseren vanwege de grote verscheidenheid aan soorten van eindapparatuur. Men moet het aantal snelheden echter niet te groot kiezen, om een zo groot mogelijke uniformiteit in het net te kunnen bereiken, – wat economisch aantrekkelijk is. Om communicatie tussen verschillende typen randapparatuur mogelijk te maken, zal men '*store and forward*'-faciliteiten in het net moeten opnemen. Tot slot zij vermeld dat informatietransport op de lijnen in serietransmissie moet plaatsvinden.

2. Het datanet

Geschakelde datanetten kunnen wat het ritme van overdracht betreft op twee manieren worden opgebouwd, nl. *synchroon* en *asynchroon*.

Bij de asynchrone netopbouw heeft de aangesloten abonnee zijn eigen snelheid en dikwijls ook zijn eigen code. Een voorbeeld hiervan is de telegrafie waarbij de telexmachine zelf zijn tijdafpassingen maakt. Om communicatie mogelijk te maken, worden een startelement en een stopelement aan de tekenelementen toegevoegd; de ontvanger wordt dan per teken gesynchroniseerd.

Bij de synchrone netopbouw wordt van centraal opgestelde synchronisatiemiddelen uitgegaan, waarmee de abonnees op het net worden gesynchroniseerd; d.w.z. dat de informatie in een door het net bepaald ritme wordt aangeboden. In fig. 1 is van deze methode een voorbeeld gegeven. Enige verkeers-

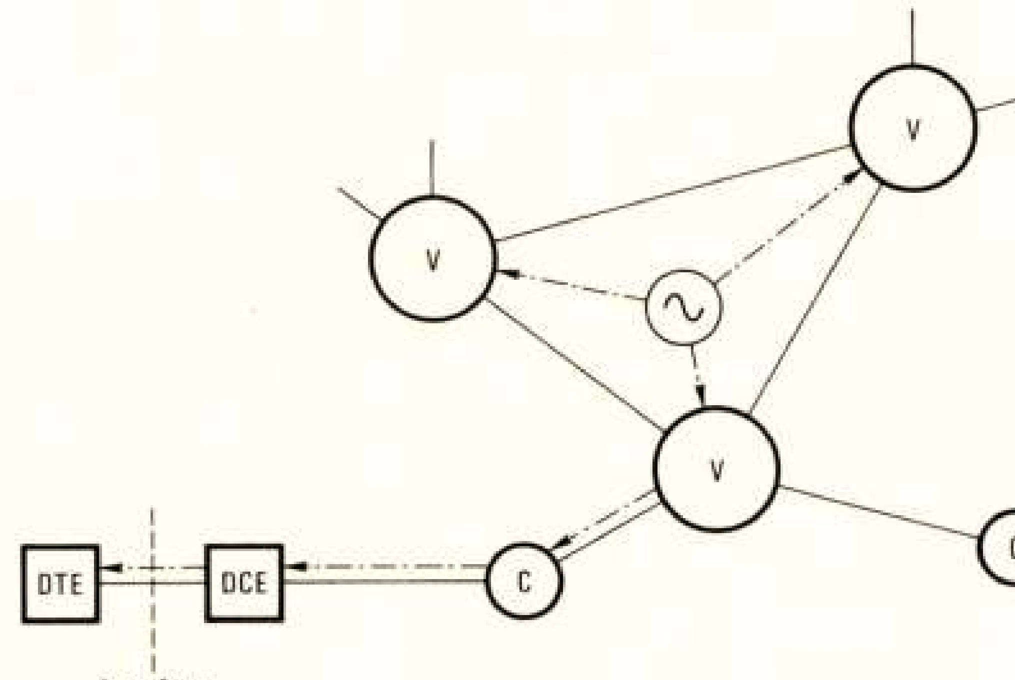


Fig. 1. Synchroon geschakeld datanet.
DTE: data terminal equipment
DCE: data circuit terminating equipment
V : verkeerscentrale
C : concentrator
←·—·— synchronisatie

centrales (V) zijn met elkaar verbonden en vormen het verkeersnet. De centrales worden van een bepaald punt uit en op een bepaalde manier gesynchroniseerd. De op de lokale centrale (C) aangesloten eindapparatuur (DTE) verkrijgt zijn synchronisatie van de zogenaamde 'data circuit terminating equipment' (DCE).

In het hierna volgende zal op de synchrone datanetten verder worden ingegaan, daar deze gezien de ontwikkeling van synchrone transmissie en schakeltechniek, veel voordelen bieden.

3. De datastructuur op de abonneelijn

In het voorgaande is gesteld dat in een synchroon net de gebruiker zijn informatie in een door het net bepaald ritme aanbiedt. De vraag is nu hoe de informatie van de gebruiker gestructureerd moet worden, zowel op de abonneelijn als op de verkeerslijn. De abonneelijn is de verbinding van de abonnee tot het eerste punt in het net waar de informatie geschakeld wordt; dit punt kan een concentrator dan wel een eerste schakelcentrum zijn. Een verkeerslijn is een verbinding tussen verkeerscentrales.

Bij de beschouwing van de datastructuur stuit men op het probleem van de *signalering*. De signalering is nodig om de abonnee de mogelijkheid te geven een gewenste verbinding op te bouwen, in stand te houden en af te breken. Aangezien het hier om data gaat zou aan een of andere tekenstructuur de voorkeur kunnen worden gegeven; bijvoorbeeld tekens van data-alfabet nr. 5. Teneinde de tekens te kunnen identificeren moet men de ligging weten van de elementen, die tezamen het teken vormen. Hiertoe zal een of andere vorm van *tekensychronisatie* nodig zijn. Om bovendien onderscheid tussen de signalering en de data zelf te kunnen maken zal men een *statisidentificatie* moeten toepassen, die aangeeft of het over data dan wel over signalering gaat.

Een vorm van datastructuur waarin de hier genoemde eisen verpakt zijn, is de zogenaamde *enveloppe* waarvan fig. 2 een schematische voorstelling geeft.

De eerste bit ('synchronisatiebit') is gereserveerd voor de enveloppesynchronisatie; de tweede bit ('statusbit') geeft aan of de volgende n bits data of signalering bevatten. Deze enveloppestructuur biedt veel mogelijkheden; hierop zal later nog worden teruggekomen. De enveloppestructuur kan zowel in de DCE als in de DTE gemaakt worden.

4. Datastructuur op de verkeerslijn

Op de verkeerslijnen (soms ook op de abonneelijnen) zal men het verkeer in grote stromen bundelen. Men zal hier in de toekomst bij voorkeur gebruik maken van *digitale transmissiesystemen* die voor telefonie ontworpen zijn. Dit betekent dat gewerkt moet worden met kanalen van 64 kbit/s, overeenkomend met een 8-bits PCM-kanaal, dat 8 000 keer per seconde verschijnt. Een bitstroom met een capaciteit van 64 kbit/s of

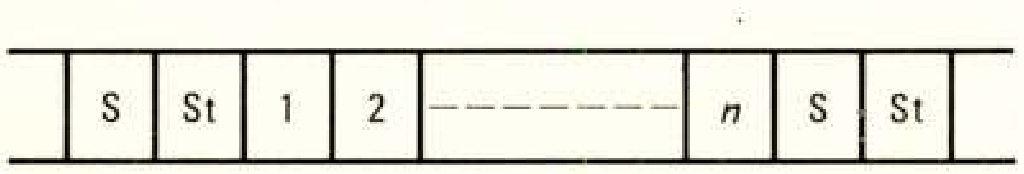


Fig. 2. Enveloppestructuur.
S : synchronisatiebit
St : statusbit
1 - - - n : informatiebits

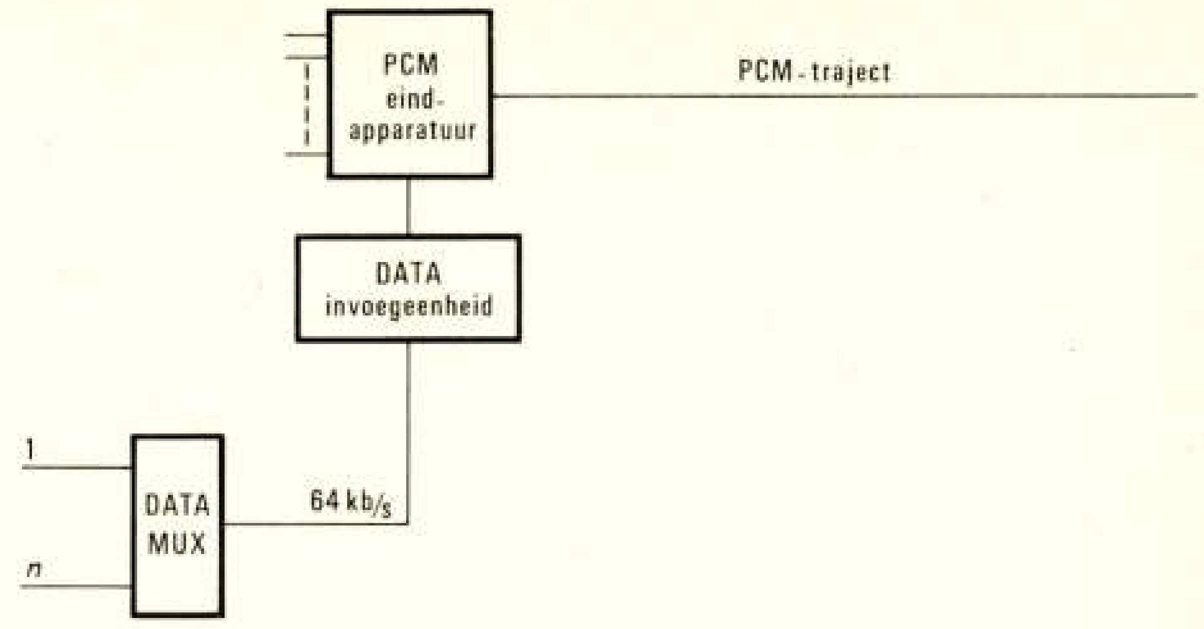


Fig. 3. Invoegen van data in een PCM-tijdsleuf.

een veelvoud hiervan, wordt dan gereserveerd voor data. In fig. 3 is schematisch aangegeven hoe het invoegen van data in een digitale bitstroom plaatsvindt. In deze figuur ziet men de datamultiplexer (datamux) die enige datastromen tot bijv. één binaire stroom van 64 kbit/s samenvoegt. Deze stroom van 64 kbit/s wordt ter plaatse van de PCM-eindapparatuur in de uitgaande eerste-orde multiplex PCM-bitstroom ingevoegd. Daar een dergelijke data-invoeging niet slechts tot een verkeerslijn behoeft te worden beperkt, kan dit op elk traject, dat digitaal is, geschieden. Ook een deel van het lokale net kan dus volgens de opzet van fig. 3 worden uitgevoerd.

Staan géén PCM-trajecten ter beschikking dan zal men een andere vorm van overdracht moet kiezen, bijv. modulatie op een primaire groep van een draaggolfsysteem.

5. De interface tussen de abonnee en het net

Men denkt de data van de gebruiker in enveloppen te verpakken. Dit is vooral van belang gezien het feit dat vele gebruikers CCITT-alfabet nr. 5 zullen toepassen, dat speciaal voor datatransmissie werd ontworpen. Door middel van de enveloppe verzorgt het net dan het aanbieden van tekens aan de gebruiker, zodat de gebruiker zelf geen ingewikkelde procedures voor communicatie met de ander behoeft toe te passen.

De signalen moeten voorzien van statusbit en synchronisatiebit op de een of andere manier door de DCE aan het net worden aangeboden. De statusbit biedt daarbij de mogelijkheid van signalering op een staande verbinding.

In fig. 4 zijn de twee mogelijkheden voor de interface tussen abonnee en net aangegeven. In fig. 4a is een 6-draads interface afgebeeld. De draden stellen voor:
- de gemeenschappelijke terugweg;
- de draad waarover de te zenden informatie gaat;
- een draad voor de te ontvangen informatie;
- een draad waarover het uit het net afgeleide kloksignaal gaat (de zogenaamde 'timing');
- twee draden ten behoeve van de besturing, resp. met de eindapparatuur (DTE) en de DCE als zender.

De signalen en de signaalstructuur moeten nog verder worden uitgewerkt.

In fig. 4 b is een eenvoudige 4-draads interface getekend; dit is de uiteindelijke situatie waarnaar gestreefd wordt. In dit geval vindt de scheiding tussen data en besturing geheel in de eindapparatuur plaats. Men zou zich kunnen afvragen of de 'terminal' hier de 'timing' kan verzorgen. Gezien het feit dat het hier om synchrone netten gaat – waarbij de synchronisatiemiddelen door PTT worden geïntroduceerd – is het wenselijk ook de abonnee-timing door het net te doen verzorgen.

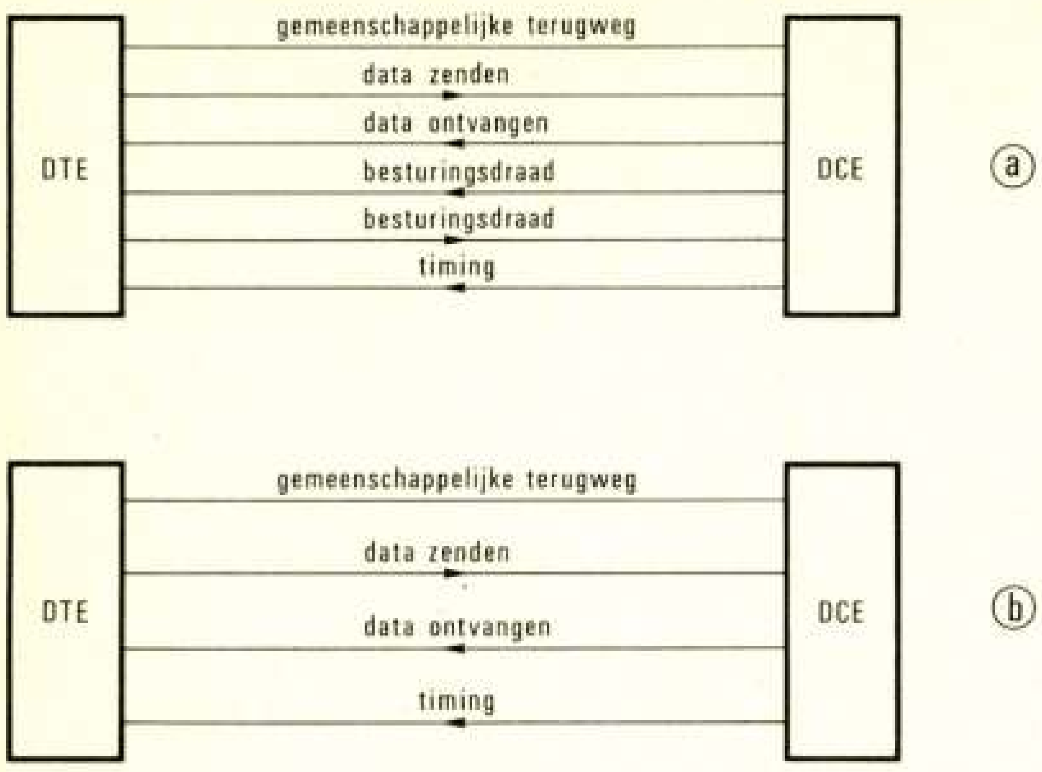


Fig. 4. Interfaces bij de abonnee.
a. 6-draads interface
b. 4-draads interface

Bij de interface heeft men het probleem hoe de data van de gebruiker in de enveloppestructuur van de abonneelijn moeten overgaan. Daartoe dient men in de DCE volgens fig. 4a de volgende functies onder te brengen: enveloppesynchronisatie, onderzoek statusbit, opwekken van de klok ten behoeve van de eindapparatuur.

Wat de enveloppesynchronisatie betreft is in fig. 5a een voorbeeld gegeven van een parallelle synchronisatiedetectie die een gemiddelde hersynchronisatietijd bezit van 5,5 enveloppen van 10 bits (8 informatiebits, 1 statusbit en 1 synchronisatiebit). De synchronisatiecode op de plaats S van de enveloppe is afwisselend 1 en 0 dus 101010, enz. Bij hersynchronisatie wordt telkens over elke 10 bits nagegaan waar de synchronisatiebit voorkomt, totdat men uiteindelijk één plaats overhoudt, die dan het begin van de enveloppe moet zijn. Fig. 5b geeft de verdeling van de kansdichtheid $p(N)$, dat bij synchronisatieverlies na N enveloppen kan worden besloten, dat synchronisatie is hersteld. Hierbij is aangenomen, dat het statusbit een vaste waarde heeft, dat er geen bitfouten zijn en dat de kans op een logische 0 of een logische 1 in de databits gelijk is aan $\frac{1}{2}$.

Verder zal nog gespecificeerd moeten worden hoe de terminal zijn data uit de DCE ontvangt (bijv. de bits van de woorden worden in serie aangeboden met weglating van de synchronisatie- en de statusbit) en hoe de terminal zijn data aan de DCE aanbiedt (bijv. de bits worden per woord parallel aangeboden). Een en ander is natuurlijk sterk afhankelijk van het type terminal Men dient echter naar één type interface te streven; om economische redenen zal de eenvoudigste, de 4-draads interface van fig. 4b hiervan de uiteindelijke uitvoering moeten zijn.

6. De datacentrale

Een aantal principes volgens welke de informatie geschakeld kan worden, is in tabel 2 weergegeven. *Circuitswitching* is de meest bekende, terwijl *packetswitching* qua vertragingstijden het midden houdt tussen circuitswitching en *messageswitching*. Onder circuitswitching kan ook Time Division Multiplex (TDM)-switching worden gerangschikt, waarbij een meervoudig gebruik wordt gemaakt van de verbindingsmogelijkheden in de centrale. Deze oplossing is aantrekkelijk gezien het feit dat veelal in tijd gemultiplexte datastromen aan de centrale aangeboden worden. Voor Nederland zal dit aanvankelijk de beste oplossing blijken, doch in een later stadium zou men andere vormen van schakelen, zoals packetswitching, kunnen overwegen.

Tabel 2. Verschillende mogelijkheden voor het schakelen van data.

- Circuitswitching (geen vertraging)
  a. TDM-switching
  b. SDM-switching[1]
- Messageswitching (grote vertragingen)
- Packetswitching (100 tot 1000 bits per pakket; kleine vertraging).

In Fig. 6 is een schema van de meest eenvoudige TDM-schakeltrap weergegeven. Via een synchronisatie-inrichting (sync) wordt een aantal datastromen, die in tijd gemultiplexte kanalen kunnen bevatten, in een multiplexer (MUX) tot een bitstroom op de hoofdweg samengevoegd. De informatie van elk kanaal wordt in een geheugen geschreven, dat woordgeorganiseerd is. Een bepaald woord in het geheugen bevat de informatie van een bepaald datakanaal. De inhoud van dit geheugenwoord wordt in het ritme, waarmee de informatie van dit kanaal verschijnt, met deze informatie gevuld.

De signalering kan kanaalgebonden zijn ('decentralized signalling') of gemeenschappelijk voor een aantal kanalen ('centralized signalling'). Deze signalering, nodig voor de opbouw van de verbinding, wordt aan de ingang van de centrale afgesplitst en na enige bewerking aan de processor toegevoerd. Na de signaleringsanalyse in de processor wordt de *routeringsinformatie* in een roterend geheugen geschreven. Dit roterend geheugen wijst periodiek de woorden in het geheugen aan op momenten dat in de gewenste richting een vrij kanaal ter beschikking is.

De signaleringszendinrichting zorgt voor de bijvoeging van de benodigde signalering en de demultiplexer (DEMUX) splitst de bitstroom op de hoofdweg in een aantal richtingen.

Bij grotere typen centrales zal men zowel op grotere als ook op méér geheugens moeten overgaan. Men zal dan een SDM-schakeltrap moeten toepassen, teneinde het mogelijk te maken, verschillende kanalen met elkaar te verbinden.

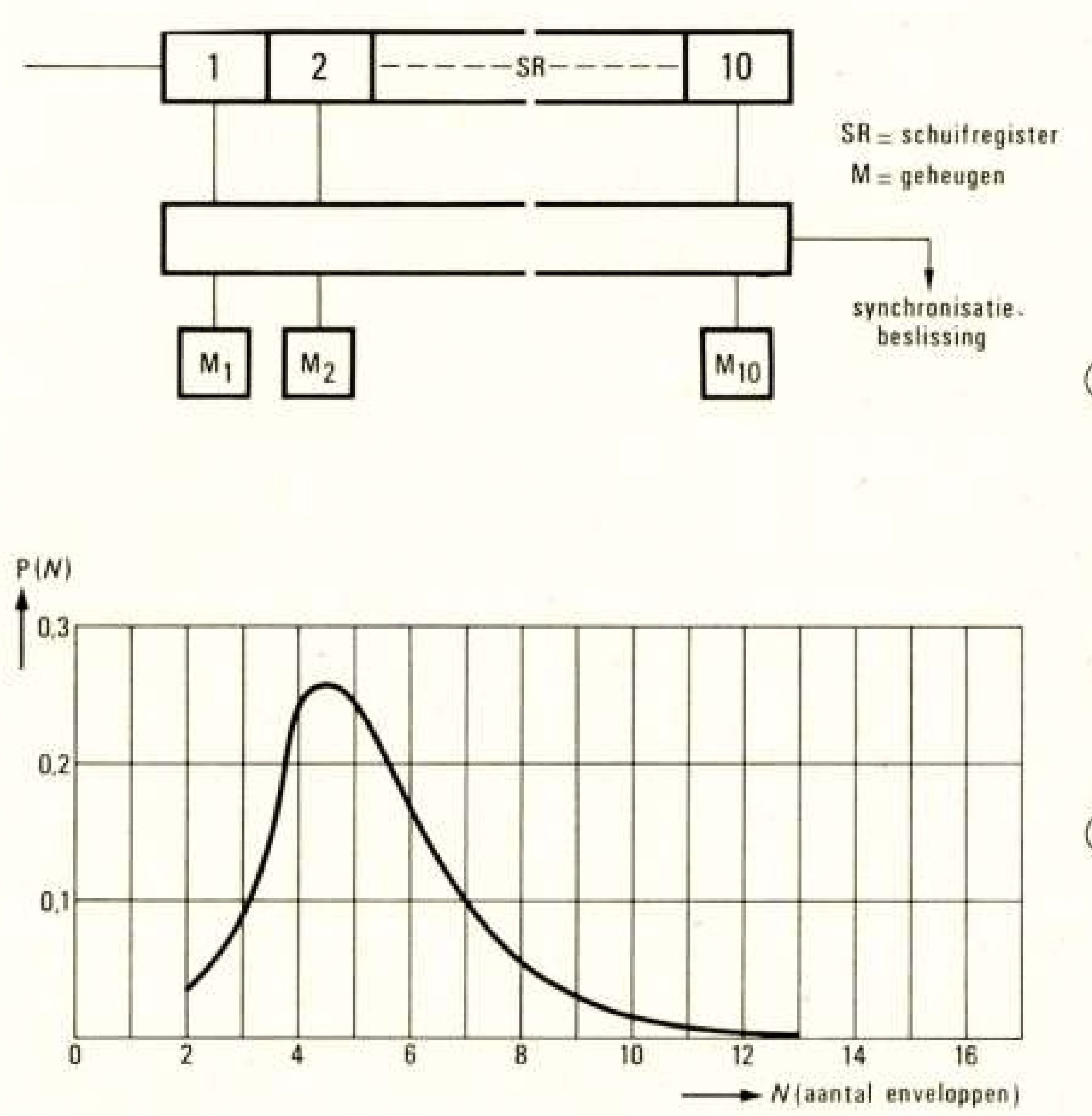


Fig. 5. Parallelle synchronisatiedetectie.

[1]) SDM = Space Division Multiplex.

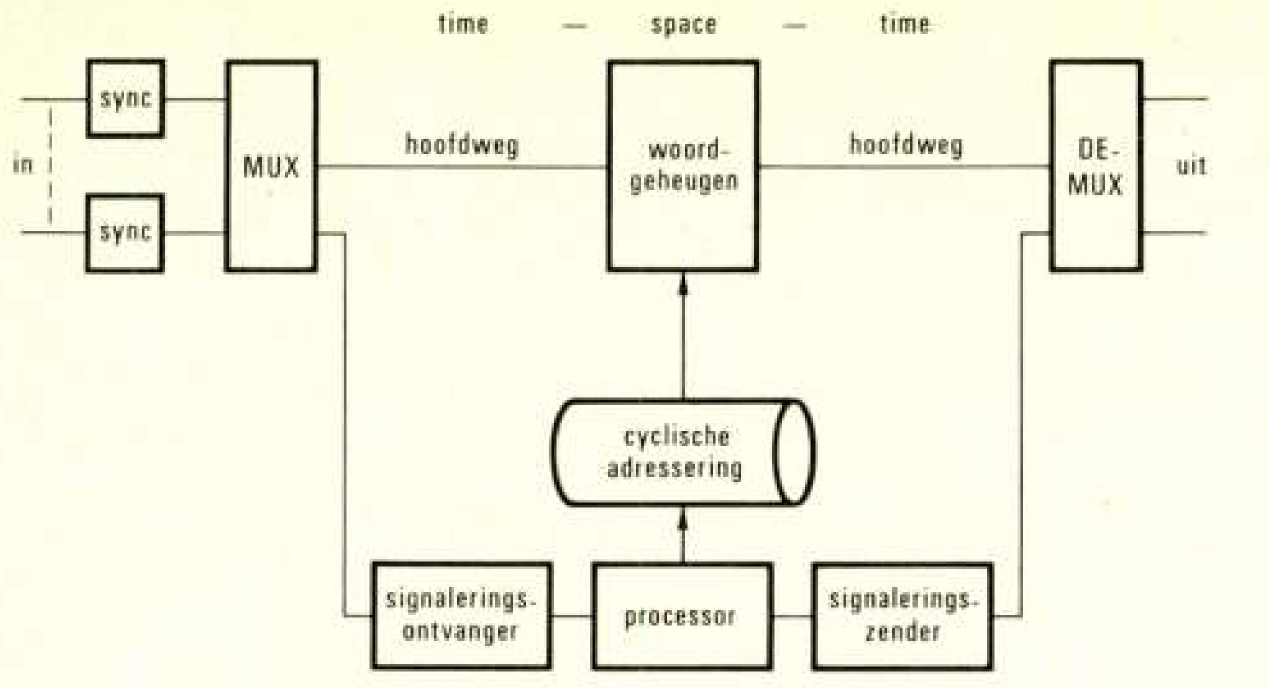


Fig. 6. Eenvoudige TDM-schakeltrap op woord(enveloppe)-basis.

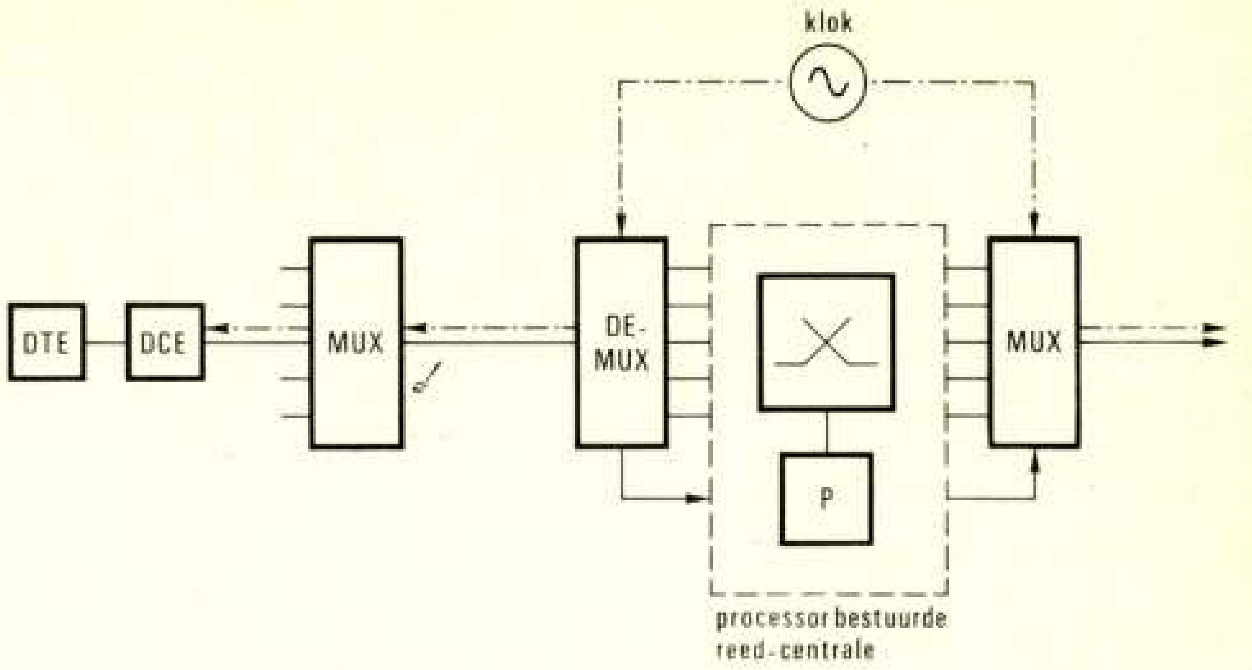


Fig. 7. Mogelijke interim-oplossing voor een synchroon datanet. ←·—·—·— synchronisatie

7. Interimoplossing

Wanneer men zich baseert op de hiervóór uiteengezette synchrone netstructuur moet men zich afvragen hoe een dergelijke oplossing in een interimfase kan worden gerealiseerd, wanneer bijv. gebruik wordt gemaakt van processorbestuurde reedcentrales. Hierbij moet natuurlijk voorop gesteld worden dat deze reedcentrales in staat zijn datasnelheden tot ca. 60 kbit/s te schakelen.

In fig. 7 is schematisch weergegeven op welke wijze dit zou kunnen. Er wordt van multiplexers gebruik gemaakt. In een dergelijke centrale zal ook een kloksignaal moeten worden toegevoerd teneinde synchrone detectie van de inkomende informatie met hun signalering, gebaseerd op enveloppen, mogelijk te maken. Ten behoeve van de verbindingsopbouw zullen speciale aanpassingen moeten worden gemaakt, teneinde de bestaande processor te kunnen benutten. Deze aanpassingen zullen deels in programmatuur deels in apparatuur moeten worden uitgevoerd.

8. Slipproblemen

De slipproblemen komen overeen met die bij PCM-telefoniesystemen. Bij data heeft het niet-synchroon samenwerken van centrales echter meer invloed op de overdrachtskwaliteit dan bij telefonie, daar telefonie zeer redundant is, wat in het algemeen bij data niet het geval is. Dat wil dus zeggen dat problemen van slip bij data meer hinder kunnen veroorzaken dan bij telefonie.

In fig. 8 zijn twee klokgebieden getekend die met elkaar moeten samenwerken. Men kan voor de verbinding tussen deze gebieden verschillende oplossingen kiezen. De eerste mogelijkheid is de klokgebieden op elkaar te synchroniseren. Dit kan in een systeem waarbij één klok de meester is en de overige als slaaf zijn geschakeld. Valt de meesterklok uit dan kan men een volgende klok als de meester in de hiërarchie aanwijzen. Ook kan elke klok met alle andere klokken worden geregeld ('mutual synchronisation').

Een tweede mogelijkheid is het toepassen van 'stuffing' per abonnee. In dit geval wordt op de abonneelijn extra informatie toegevoegd, die niet voor de gebruiker bedoeld is. De stuffing is een tijdopvulling met bepaalde tekens: 'idles', ofwel 'fillers' genaamd. Bij synchronisatieproblemen kan men nu idles weglaten of bijvoegen, afhankelijk van het feit welke klok in de twee samenwerkende klokgebieden het snelst is. Het nadeel van deze methode is dat men idles per abonnee moet maken. Wanneer in de toekomst een wereldwijd gesynchroniseerd net wordt gerealiseerd, is deze faciliteit niet meer nodig.

Een derde mogelijkheid is het accepteren van informatieverlies, dat in het algemeen tekenslip zal betekenen. Om de hinder hiervan zo gering mogelijk te maken, dient men de klokken zo nauwkeurig mogelijk aan elkaar gelijk te maken, hetgeen bijvoorbeeld heel goed met atoomklokken kan geschieden. De nauwkeurigheid van dergelijke klokken ligt in de orde van grootte van 10^{-9}. Dit wil zeggen dat bij tekens van 8 bits er tekenslip optreedt, zoals in tabel 3 is weergegeven. Bij deze getallen lijkt slip alleszins acceptabel.

Tabel 3. Het effect van slip (kloknauwkeurigheid 10^{-9}).

Gebruikerssnelheid (bits/s)	Karakter (8 bits)-slip per
600	160 dagen
2400	40 dagen
9600	10 dagen
48000	2 dagen

9. Technische integratie

Zoals reeds eerder uiteengezet is één van de belangrijkste eisen voor het invoeren van nieuwe datanetten, dat zij zo goed mogelijk aan de telefoniesystemen aanpassen. Aangezien het hier om nieuw in te voeren diensten gaat, wil dit zeggen dat men voor datatransmissie aan de toekomstige PCM-tijdsleuf van 64 kbit/s zal moeten aanpassen.

In fig. 9 is dit schematisch weergegeven. Deze figuur geeft nog slechts *transmissie-integratie* weer; d.w.z. telefonie en data gaan over dezelfde digitale lijn. Men kan zich afvragen of verdere integratie uitvoerbaar is, bijv. door voor data en voor telefonie gebruik te maken van dezelfde centrale. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het dataverkeer een ander karakter bezit dan het

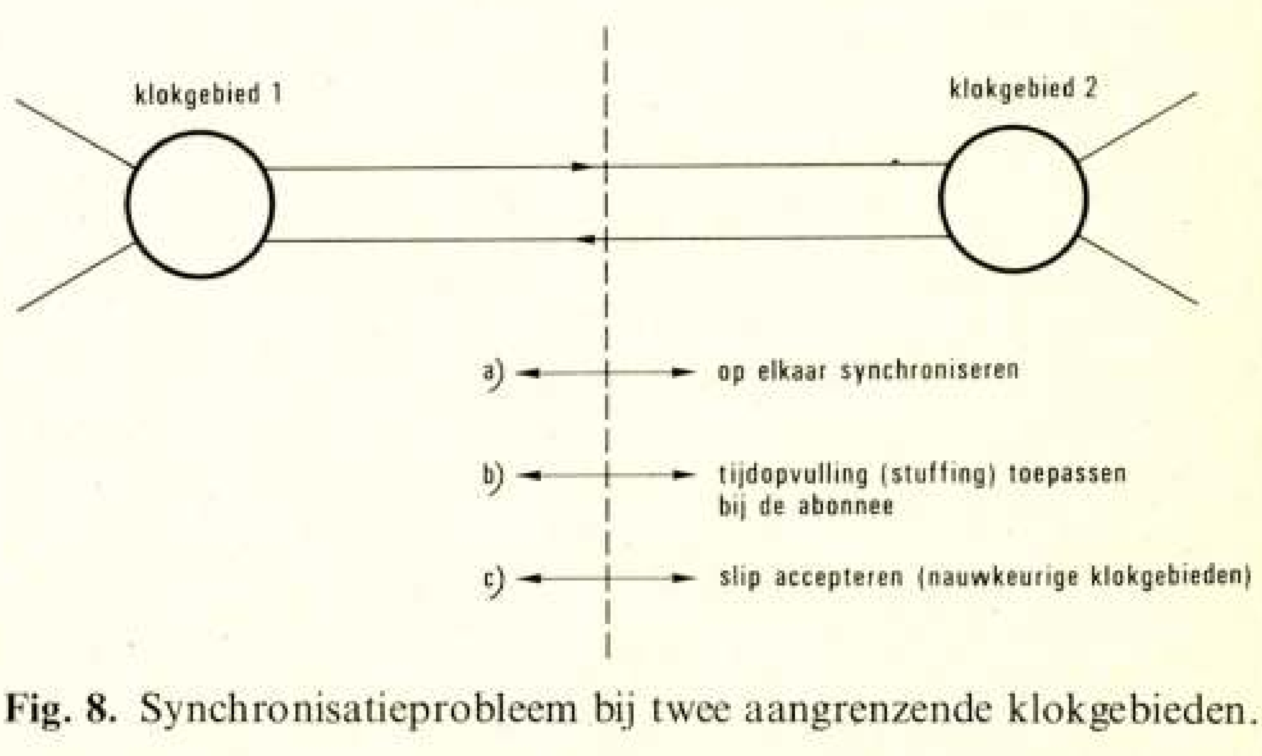


Fig. 8. Synchronisatieprobleem bij twee aangrenzende klokgebieden.

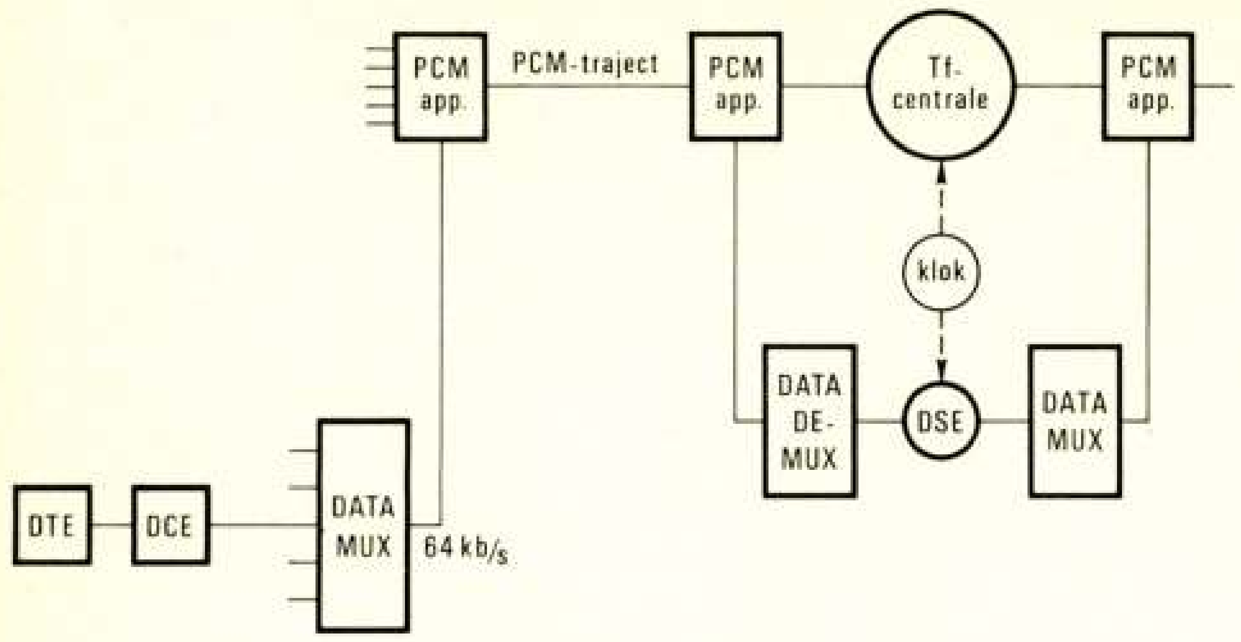


Fig. 9. Technische integratie van telefonie en data.
DSE: Data Switching Exchange.

telefonieverkeer en dientengevolge dikwijls andere eisen zal stellen. Dit geldt o.a. voor de blokkeringskans, de opbouwtijden en de signalering. Het is daarom beter van technische integratie te spreken, waarmee dan wordt bedoeld dat diverse bouwblokken zowel voor telefonie als voor data gebruikt kunnen worden. Processorintegratie is een vorm van integratie die op dit moment nog geen duidelijke voordelen laat zien.

10. Samenvatting

In dit artikel werden problemen en mogelijkheden beschreven bij de opzet van een synchroon geschakeld datanet. Een belangrijk onderdeel is de kiesprocedure, die gebaseerd dient te zijn op een internationaal overeengekomen alfabet (bijv. CCITT alfabet nr. 5). In verband hiermee is een enveloppe van voordeel, daar hierin met behulp van een zgn. statusbit besturing en data gescheiden kunnen worden.

De koppeling tussen de gebruiker en het openbare net zal in eerste instantie een meerdraadsinterface zijn, met als uiteindelijk doel een simpele interface, waarop de beide transmissierichtingen en de bit-timing vanuit het net voorkomen.

Slip is acceptabel, indien men er voor zorgt, dat de klokken van de netten, die met elkaar samenwerken, een grote nauwkeurigheid hebben. Hierbij moet men bedenken, dat 'burst'-fouten op de transmissietrajecten ook foutieve overdracht kunnen geven in de vorm van synchronisatieverlies.

Volledige integratie van een synchroon datanet in een digitaal telefoonnet is onmogelijk, vanwege het andersoortige karakter van datatransmissie vergeleken bij telefoontransmissie. Integratie in de vorm van het gebruiken van dezelfde bouwstenen is mogelijk.

621.394.65:621.395.63:681.325

IV. German Proposal for an Anisochronous Data Network

by H. Jendra, Deutsche Bundespost, Fernmeldetechnisches Zentralamt, Darmstadt

Synopsis: This paper introduces the plans made by the German Telecommunication Administration for the setting-up of a special data network within the near future.

The essential technical characteristics and design considerations as well as the salient facilities are dealt with in a brief survey.

General

As far as data teleprocessing is concerned, the following transmission facilities are at present available to users in the Federal Republic of Germany:

1. The *telex network*, with 90000 telex terminals. The number of subscribers increases by about 7000 a year. However, there are only several hundred terminals which use this network exclusively for data traffic.
2. The *datex network*, a conventional telegraph network for speeds up to 200 bit/s. About 700 data stations are connected to this network which was installed in 1967. The tariffs of this network are identical with those of the telex network.
3. The *telephone network*. Data transmission in the telephone network was generally introduced in 1965. At present the equipment of about 1 000 terminals is connected to this network via 200-baud modems; approximately the same number is connected via 1200-baud modems and about 600 via parallel modems. The highest increase is to be found in outstations with parallel modems; this service was only taken up in 1970.

In the near future green light will be given for 2 400-baud synchronous transmission in the telephone network, since the relevant measurements were very satisfactory.

The mean annual growth rates for data terminals are about 100%. On the basis of internal records and market studies the development in the expected number of terminals is estimated in Table 1.

Table 1. Number of terminals expected.

Year	Data terminals	Telex terminals
1974	22000	108000
1976	58000	124000
1978	140000	142000
1980	220000	160000

In a number of studies it was found out that the requirements for the data traffic (such as shortest setting-up time, low error rate, high grade of service etc.) can only be satisfied in a practicable and economical manner by means of a special data network.

Essential aspects in these studies were that the additional facilities, required to handle the new data traffic adequately

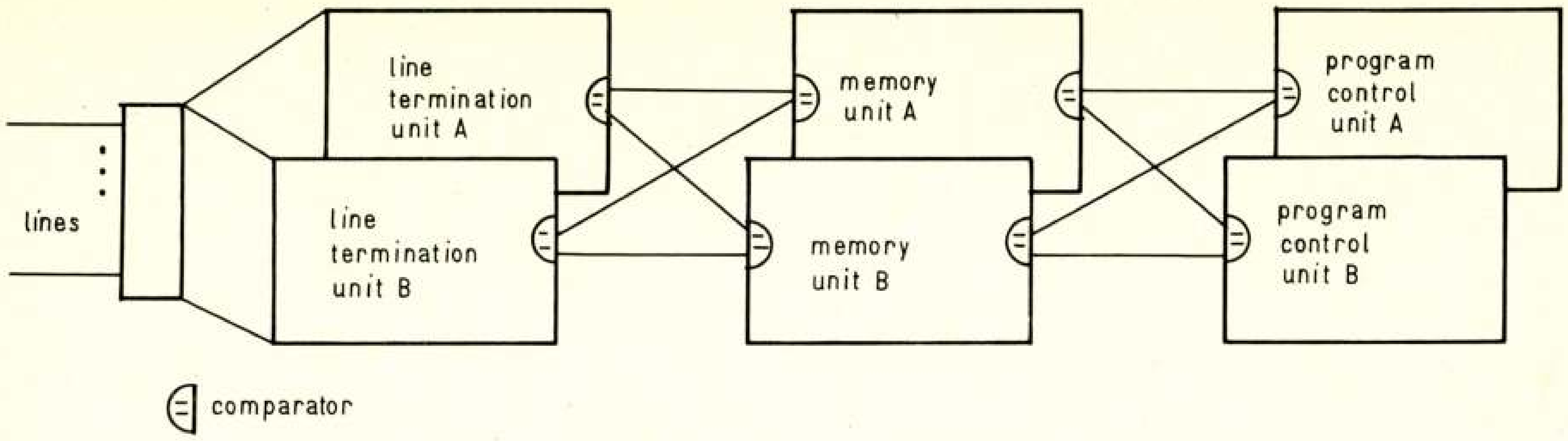


Fig. 1. Duplication of System Units in the EDS (Duplication of Interface Adapter is not represented).

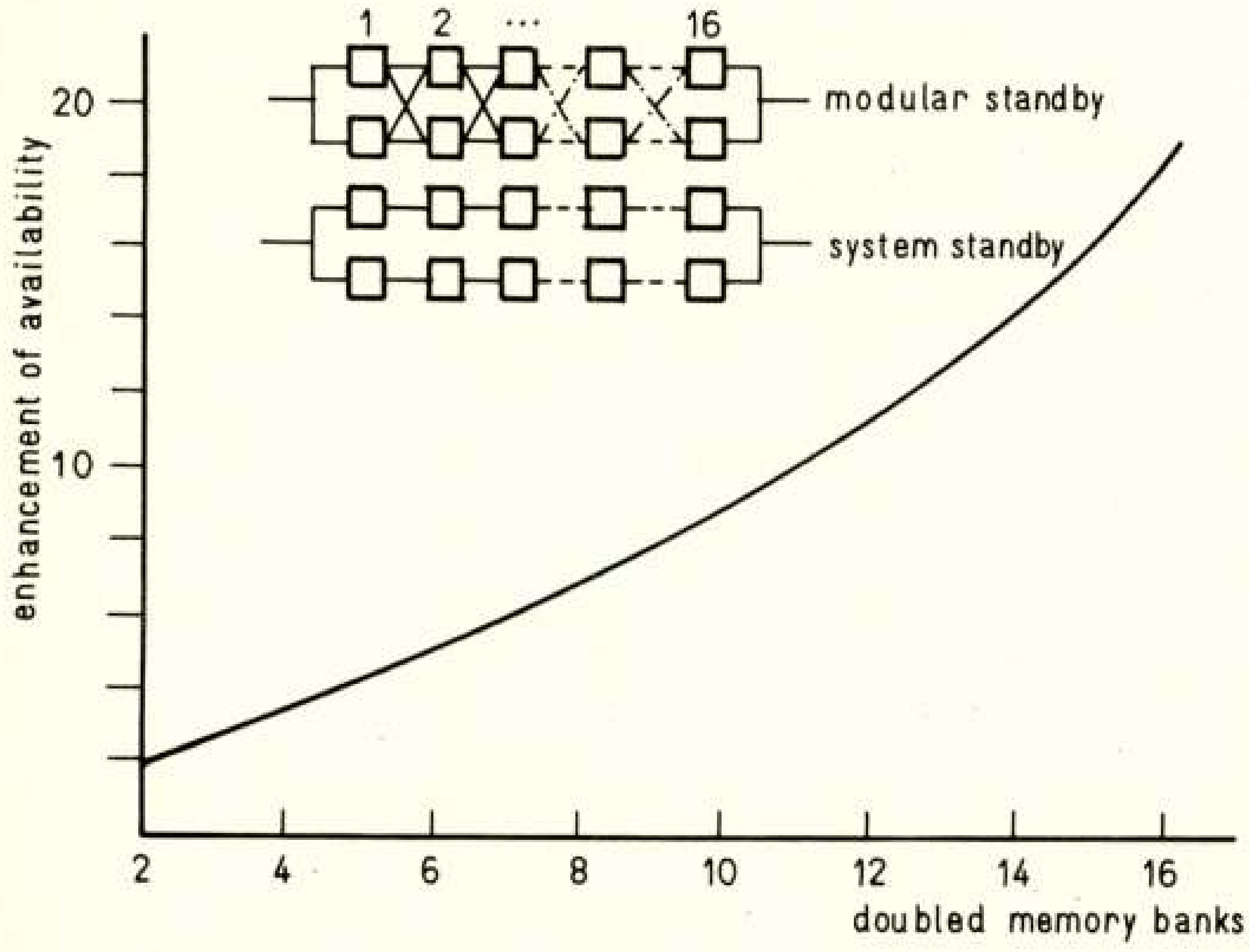


Fig. 2. Enhancement of total availability of modular standby compared with system standby.

in the existing telephone network could only be incorporated step by step, spread over a very long period of time and that these requirements would put too high a burden on that network to be used for both telephone and data transmission.

The conclusion that the required facilities can only be provided by a special data network, applies at least as long as the telephone network operates on the basis of analogue transmission and switching techniques.

System philosophy and concept

The establishment of a special network, in an economical manner for an initially very small number of subscribers presents considerable difficulties.

Modern data networks which can satisfy the high requirements imposed on them, work with centralized programme-controlled switching computers. In such networks the complete basic equipment is needed for already the first subscriber stations. In consequence, such networks require a minimum number of subcribers for their economical operation, or a minimum amount of traffic within the network. Although the estimated prime costs of such a network are subject to a great number of uncertainties, it is safe to assume that during the first years after its introduction the economical operation is not guanranteed solely by the data traffic.

Whit a view to the fact that in the Federal Republic of Germany the obsolescent switching equipment of the telex network with about its 90 000 subscriber stations were anyway to be replaced in the near future by a more modern technique requiring less maintenance, it was decided to use the switching centres of this network for both telex and data traffic. Thus, an economical operation of the data network would be ensured from the very beginning.

The most essential prerequisites for the switching system were greatest flexibility, and adaptability to current operational changes and to new future requirements which cannot yet be fully foreseen. This leads almost automatically to a stored programme switching system, as only such a system can meet new marketing requirements without delay and costly technical modifications. Since a switching system showing all required technical characteristics was not on the market it was decided to develop a new system. This system was called the Electronic Data Switching System (EDS). A special advantage of designing such a system from the very beginning is the fact that in new solutions disadvantages inherent in existing techniques can be avoided.

According to the present state of switching technique memory and control functions were developed as separate functional blocks.

The use of a general purpose computer as control processing unit was impossible mainly for two reasons, namely:
- its inefficiency with regard to exchange processing, and
- its insufficient system reliability.

Numerous investigations were made, mainly in concern with the reliability of the system. In a decentralized system a single component failure will at most result in a partial breakdown of the exchange, whereas in a common control system a single component failure can cause the total breakdown of the system. Calculations indicated that even two processors connected in parallel do not provide the required availability despite the redundancy thus achieved. In addition to the use of hardware/software diagnostic aids the problem of achieving high availability was solved by applying a modular set-up (Fig. 1). The EDS system consists of function-oriented units which can be arranged in each combination, according to application and size of the exchange [1].

It is interesting to notice the improvement achieved solely by this 'modular redundancy' relative to an arrangement of two parallel identical switching processors. Fig. 2 shows the increase of the total availability as a function of the number of memory banks of 64 kbytes each. The mean time required to remove a failure is assumed to be 30 minutes. Obviously this curve is based only on calculations.

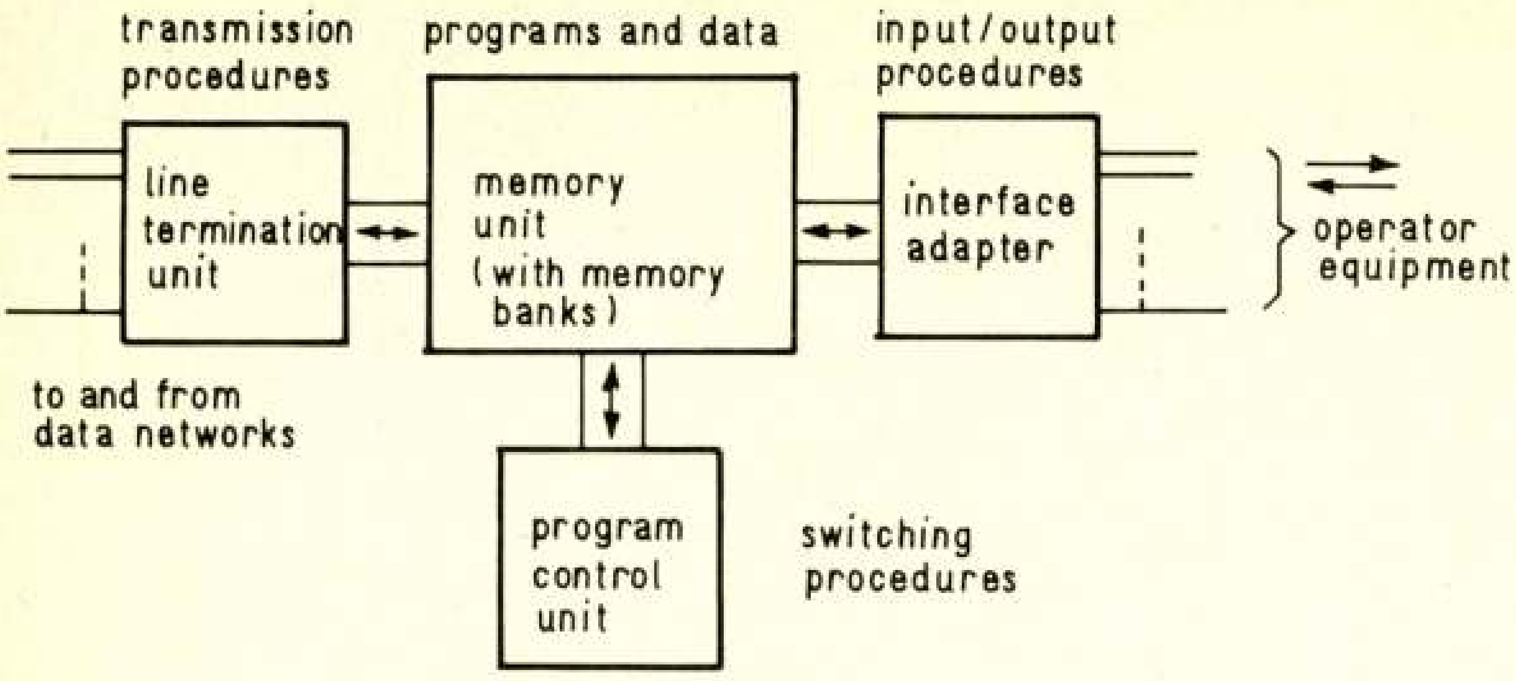


Fig. 3. Basic System Set-up.

The switching system

On one side of the 'line termination unit' all of the lines like trunk lines, signalling and remote control lines and lines to subscriber terminals are connected. Together with the 'memory unit' the line termination unit constitutes the through-connection network of the system.

The memory unit contains all programmes and data required for the switching operations. It is expandable in stages by adding memory banks up to a maximum capacity of one million bytes. For comparison we mention that the word length is four bytes.

The programmes are processed in the 'programme control unit'.

The equipment required for operation of the system (e.g. type-writer, visual display, supervisory position) are connected to the interface adapter.

A special 'time division multiplexer' which is used for speeds of up to 9600 bit/s was developed as connect-through matrix. This switching method has been mentioned already on various occasions [2 ... 5]. The multiplexer is based on the principle that the transitions of state of an incoming line are passed on to an outgoing line via the memory unit. Since the line termination unit needs one memory cycle for the transmission of each polarity reversal, (cycle time 0.8 µs), this non-synchronous matrix is suited only for low and medium signalling rates.

It became apparent that the electronic time division multiplex matrix offers so many advantages, particularly for low and medium rates, that it would be preferable to work out different solutions for the lower and upper ranges of speed. It was felt that the low and medium data speeds, including telex, will determine the traffic offered for years to come. For this category of traffic time division multiplex operation offers considerable advantages with regard to costs and volume. Moreover due to its principle this matrix operates without internal blocking and with full availability resulting in a noticeable saving of trunks.

In order to operate synchronous lines as efficiently as possible a special 'parallel connect-through matrix' is presently under study. A matrix connecting-through up to 11 bits each by means of one cycle of the switching computer, seems to be a suitable solution (provided this is justified by the number of synchronous lines).

Decentralized signalling is used between the controlling exchanges. This type of signalling was especially designed for new data networks because with the existing signalling schemes essential facilities of future networks can only be realized in a difficult way, or not at all. Based on Dutch and German proposals for this type of signalling the C.C.I.T.T. in its working party NRD 1 has already drawn up a draft recommendation concerning the interworking between anisochronous networks [6]. The decision about whether 'decentralized' or 'common channel' signalling is suitable for the application concerned, depends on a great number of parameters. In our case the economic aspects were after all decisive.

Transmission technique

During the first years of operation of the EDS it is intended to use exclusively FDM channels between the switching centres. Apart from telex three speed ranges will be provided for the data traffic: up to 200 bit/s, 2400 bit/s and 9600 bit/s [7].

Transmission channels for 200 bauds will be used with a frequency spacing of 480 Hz in accordance with existing C.C.I.T.T. Recommendations.

In the case of 2 400 bauds the 4 kHz spacing, which is intended for the telephone channels, will be fully utilized so that a group of 48 kHz can be subdivided into twelve 2 400-baud channels. Even in the case of 9 600 bauds use is made of frequency modulation which is very resistant against all kind of interference. Two 9 600-baud channels are transmitted in one group. Some low-speed data channels are arranged at the upper and lower ends of the band.

For the connection of the data terminals to the switching centres it is intended to use d.c. circuits which permit full duplex working over one single pair by means of a bridge circuit. For low speeds up to 200 bauds an a.c. connection technique was developed which offers a great number of technical and economical advantages and also allows full duplex operation on one pair.

Subscriber lines and local network

As far as modern switching systems having common control are concerned, it generally holds that the costs per subscriber station decrease with the increase in the number of connected subscribers because the common control equipment can be utilized more economically in larger exchanges. The desire to connect as many subscribers as possible to one exchange is opposed by the expenses for longer subscriber lines. This applies in particular to a data network with its low subscriber density. The most effective means to overcome this difficulty and to obtain an economical network structure is the use of 'line concentrators'. They will be employed at all places where this is justified by the geographical distribution of the subscriber terminals and the length of the subscriber lines.

Each concentrator comprises a switch and a common con-

troller which is remotely controlled from the parent exchange. The switching matrix of the concentrator may have different forms. Both space division multiplex networks with analogue or digital crosspoints (relays or gates) and synchronous or asynchronous time division multiplex networks can be used.

At present the telex network of the Federal Republic of Germany comprises about 100 parent exchanges and about 600 concentrators. Approximately 10% of the parent exchanges allow 1000 or more terminals to be connected so that for reasons of economy part of them will be used as concentrators when changing over to EDS. On the one hand, these figures show the high importance of the concentrator with regard to the profitableness and, on the other hand that the further network configuration must be based on the EDS requirements.

For the connection of data terminals to concentrators or controlling exchanges it is intended to use low level d.c. circuits which permit full duplex working over one single pair by means of a bridge circuit.

For low speeds up to 200 bit/s a cheaper a.c. connection technique was developed which also allows full duplex operation on one pair.

Interface between terminals and network

At least for a longer period of transition it will be necessary to maintain the introduced interface specification (C.C.I.T.T. Recommendation V.24) at the demarcation point between the customer equipment and the EDS facilities. The existing terminals do not allow any other solution. The customer will require no change in his equipment to interface the EDS network. Since the interface appears as a conventional modem interface to the customer no changes are required in the operational procedure.

Furthermore, it is intended to provide additional new interfaces which are better suited for data networks as soon as the results are available of international standardization by the C.C.I.T.T. Special attention will have to be paid to the specification of an interface for synchronous data transmission. The proposals of various Administrations to use an envelope structure for transmission in the local network comprise many advantages. However, this data structure leads to a stuttering clock at the interface. Because of the incompatibility of a great amount of the existing terminal equipment with this procedure, this method can presumably only be introduced gradually. When setting-up the EDS network the data communication equipment will generate the clock signal for each synchronous terminal individually. In later phases of development parts of the local network will be operated synchronously if this is justified by the number of synchronous data terminals and the transmission conditions.

Facilities

Apart from numerous operational improvements for the telecommunication administration, the new data network will enable to provide facilities which could not be realized with the aid of conventional systems. In principle, the EDS satisfies all requirements which nowadays are imposed upon future data networks by the bodies concerned.

This includes for instance: abbreviated address call, closed user group facility (users of such a facility can communicate with each other, but access is barred to and from all other users of a public data network), multi-address call, bit sequence independence, duplex working, code and speed conversion.

The set-up time (from the beginning of subscriber dialling to through-connection of the terminal equipment) will at 200 bit/s be less than 750 ms for connections within a radius of about 1000 km; at 2400 bit/s it will be less than 100 ms.

Although the system was primarily developed for circuit switching, a programme controlled exchange computer can, of course, also perform the tasks of message switching. Apart from providing some additional facilities which require storage the EDS will, above all, have to handle the total national and international telegram traffic with 25 million telegrams a year. This task of message switching will presumably be taken over by a data exchange with light traffic. The present gentex service will be replaced by this procedure.

It would be presumptuous to make any statement on the system performance prior to the conclusion of the field trial currently carried out in München. It should be noted that the plants for the EDS system aim very high and that particularly concerning error probability, improvements are expected that outrange the performance of existing networks considerably.

Conclusion

The development of a data network from the very beginning is an extremely complex task in which many uncertainties are involved. In a time of a downright explosive technical development and changing requirements it would be bold to maintain that only the own concept would be right.

The German Telecommunication Administration had based its considerations on two cornerstones:

- The economical operation of the data service is ensured from the very beginning by integrating the telex and data networks;
- The new development of a flexible switching system which will stand its trial in future allows new facilities to be added and new technical knowledge to be implemented by means of existing equipment. Progress in telecommunication does not know any static close but only continuous evolution.

References

[1] LAMPE, B.: Zuverlässigkeit modularer Systeme mit automatischer Fehlerdiagnose.

[2] KAMMERL, A.: The Electronic Data Switching System EDS: System Transmission by Means of an Asychronous Time-Division Multiplexer. Colloque International sur la Téléinformatique. Paris, 3. 1969. Edition Chiron. Vol. 1.

[3] STEIGENBERGER, H.: Purpose and Structure of a Program-Controlled Data Switching System. Conf. Rec. ICC 1971.

[4] GOSZLAU, K.; BACHER, A. et al: EDS - A New Electronic Data Switching System for Data Communication. Nachrichtentechnische Zeitschrift, 22 (1969), No. 8.

[5] GABLER, H. and STAUDINGER, W.: Das deutsche Datennetz mit dem elektronischen Datenvermittlungssystem (EDS). Der Fernmelde-Ingenieur, 26 (1972), Vol. 5 and 6.

[6] CCITT: Draft Recommendation X 70.

[7] SCHALLERT, G.: Übertragungssysteme für Telegrafenwege. Taschenbuch der Fernmeldepraxis-1972.

621.394.65:621.395.63:681.325

V. United Kingdom Proposals for a New Synchronous Data Network

by K. J. Chapman, United Kingdom Post Office, Telecommunications Headquarters, London



Synopsis: Existing data services in the United Kingdom are provided by the adaptation of the existing telephone and telegraph services; the new proposed synchronous data network is however designed to meet the most sophisticated needs of data users for the future.

The proposals envisage a switched network based on four digital bearer rates of 600, 2 400, 9 600 and 48 000 bit/s. Processor controlled data exchanges and high speed interexchange signalling provide very rapid call set-up; a substantial integration of transmission plant with PCM telephone is expected.

An 'envelope' structure, in which status and alignments bits are added to each user's data byte, provides a generous network control signalling capability; the packet mode of operation is also being studied and an experimental packet switched service has been announced.

1. Existing data services

Data transmission services have been provided by the Post Office for nearly 10 years. The first public transmission of data over the telephone network took place in May 1961, and at the present time about 18 000 data terminals have been installed, a growth rate approaching 100% per year. These services have been made possible by adaption of the existing telephone and telegraph services using public switched and leased connections. They are known by the genetic title of 'Datel' (a Datel service comprises a suitable circuit and where necessary a modem plus a full maintenance service including facilities for modem testing from strategically located Datel test centres).

Fig. 1 illustrates Datel growth over the past decade, but also includes Telex growth. In spite of the high growth rate, the number of Datel terminals and Telex installations will remain small compared with telephone stations and a continued expansion of these facilities to meet predicted demand is therefore quite practical in terms of the overall capability of the network to handle the load, and will continue to be an immediate short term objective.

Datel 100. Introduced in 1964 with currently 2 000 users; provides data transmission at 50 bit/s over the telex network and up to 110 bit/s over telegraph leased circuits. This service is used for reservations, stock control, data collection and with the advent of auto calling and answering equipments, for time sharing computer bureau operation.

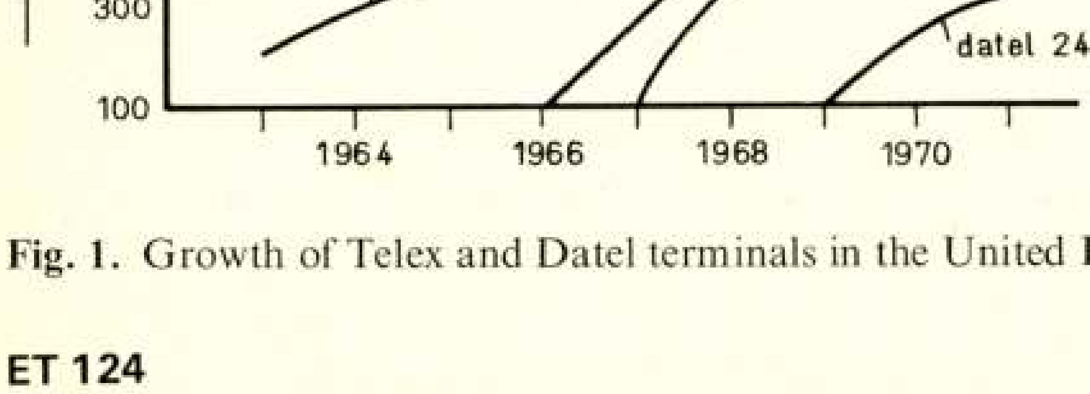


Fig. 1. Growth of Telex and Datel terminals in the United Kingdom.

Datel 200. Introduced in 1967; now over 5 300 users. This service provides full duplex transmission of data *asynchronously* up to 200 bit/s with speech as an alternative on the switched network or on leased lines. It is used mainly to service the time sharing computer bureau market. Most customers use teletypes at 110 bit/s, but there is a growing demand for operation up to 300 bit/s and the service speed has now been extended on an unguaranteed basis to 300 bit/s.

Datel 600. Offered in 1966; currently 8 500 users. This service provides data transmission *asynchronously* up to 600 bit/s half duplex and, where plant permits, up to 1 200 bit/s half duplex over the switched network, or up to 1 200 bit/s full duplex over a leased circuit. A 75 bit/s supervisory channel can also be provided and in all instances speech may be transmitted as an alternative. It is widely used throughout industry and commerce for both off-line and on-line applications. The largest of these is in the banking sector where nationwide multipoint circuits have been provided.

Datel 2400. Introduced in 1968; now 650 users. This service provides for data transmission *synchronously* at fixed rates of 2 400 bit/s full duplex over a special quality leased circuit and 600 bit/s half duplex and, where plant permits, 1 200 bit/s half duplex over the switched network as a fall back facility. A supervisory channel and speech alternative is available as in Datel 600. The service is used for batch data transfer, information retrieval, for specialist time sharing applications and also, together with private multiplexers, to enable a number of low speed channels to be derived from a single speech circuit.

Datel 48K; provides full duplex *synchronous* data transmission at 48 kbit/s and simultaneous both-way speech over a leased 48 kHz circuit.

The 48 kbit/s *manually switched experimental service* provides

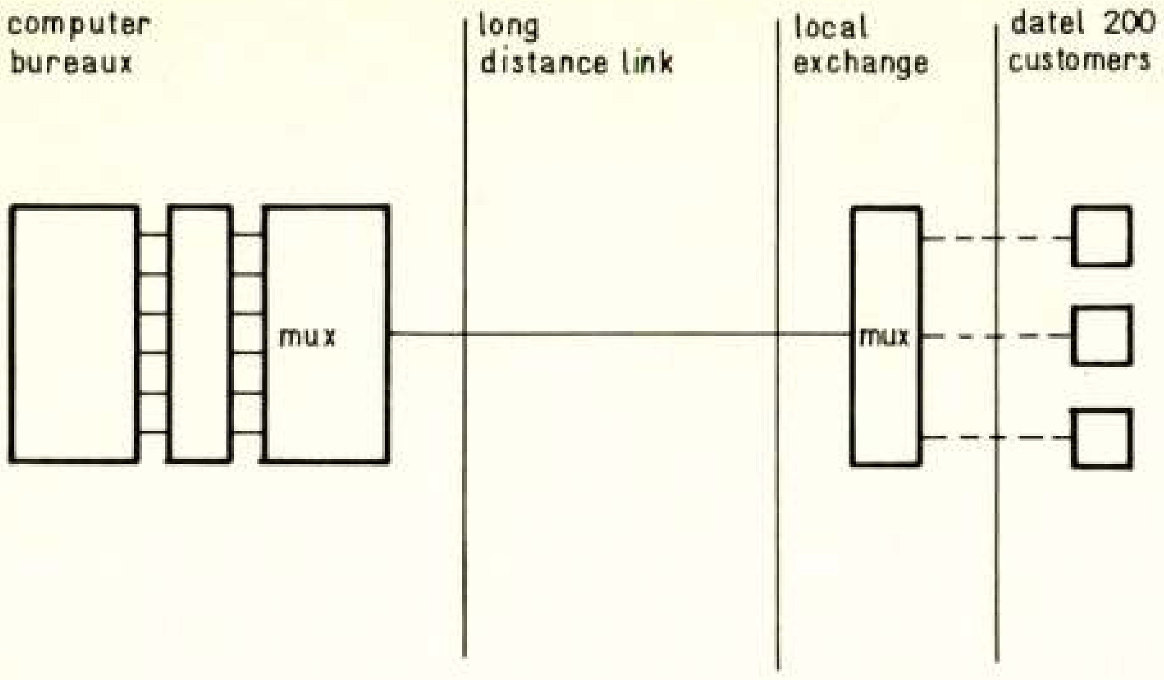


Fig. 2. The Dataplex Service.

facilities between London, Birmingham and Manchester for full duplex transmission *synchronously* at 48 kbit/s and simultaneous speech on a manually switched basis.

Dataplex. Fig. 2 illustrates this service whereby data calls from a group of terminals using the public telephone network in a given locality can be concentrated and multiplexed on to a leased circuit to a distant computer centre. The advantage to the customer is that the use of his service will be encouraged by the reduced cost of long distance calls. (This facility is only available at present at 110 bit/s.)

2. Studies of a new data network

Although the above facilities can be obtained by adapting existing telephone and telegraph services, there are problems in using networks which are basically designed for speech and teleprinter communications. Telephone exchange design is optimized for telephone traffic and there are difficulties in serving data users with different patterns of behaviour.

The present analogue transmission network although adequate for speech is less suitable for transmission of digital signals and provides an error rate performance which is unsuitable for some data applications. This situation has encouraged the growth of special networks using private circuits for individual customers: these leased networks can lead to problems in ensuring that the lines are economically utilized and in the provision of adequate standby facilities and can result in interworking problems for the future. Conscious of these problems the Post Office has commissioned several special studies with the object of developing and improving facilities nationally.

A market study led to a forecast of data terminals shown in Table 1. A study of the technical aspects led to the concept of a specialized switched data service. Studies have now advanced to the stage where functional and operational requirements of the various components of the network are being identified.

Table 1. Forecast for Data Terminals and Telex Stations in the United Kingdom.

Year	Data Terminals	Telex Stations
1973	50 000	44 000
1978	230 000	80 000
1983	430 000	110 000

2.1. *Technical objectives*

During the early stages of the study programme it was necessary to visualize objectives for the new data service which, while meeting users requirements, were feasible with current technology and achievable at reasonable cost.

These are listed below:

System Objectives
- Minimum overall cost;
- Rapid call set-up;
- Increased range of user rates;
- Unrestricted bit sequence;
- Interworking with other networks;
- Integration of plant with other digital services;
- Improved error performance;
- Private network facility.

2.2. *The proposed network*

The network proposed consists af a number of processor controlled digital data exchanges, liberally interconnected by digital transmission links. To provide a very efficient means of data handling a fully synchronous system is proposed, in which the digital clocks controlling each switching centre are maintained in synchronism by control signals passing over the links. Some variable buffer storage is provided on the links to absorb cable delay variations with temperature and short term phase errors between clocks. Such a system has been extensively studied and is technically feasible; successful trials of an experimental synchronous network of a similar form have already been carried out in the United Kingdom.

The relatively thin initial coverage of the data network results in long customer connections to each DSE; to minimize costs in this area, a fixed time slot digital multiplexing structure in two stages, based on a synchronous local network, is proposed (Fig. 3). This permits the use of low cost digital multiplexing equipment with high utilization of the digital line systems. Transmission techniques employed between the customers terminal (NTU) and the first multiplexer are designed to give good clock content for network clock extraction at the NTU. Where concentration of customers make it economic, a group of low and medium speed users will be combined at the first multiplexer to give a multiplexed output at 64 kbit/s.

These multiplexed digital streams, together with direct links from high speed customers will be combined, where economic, in a second stage multiplexer with an output at 2.048 Mbit/s. (The choice of this line rate is discussed below.)

Consideration is being given to the use of a dynamic concentrator, under the control of the DSE, to give further economies in local line plant.

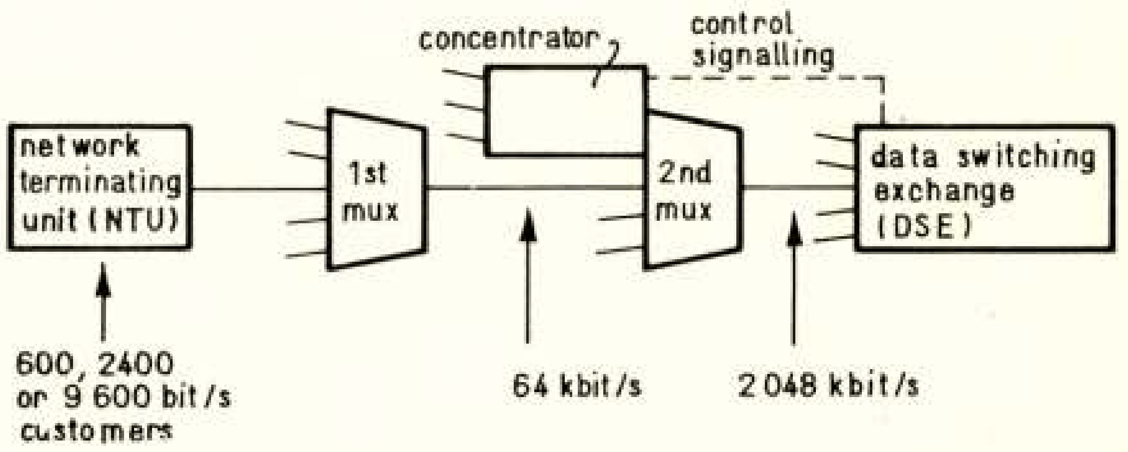


Fig. 3. The synchronous local network; 48 kbit/s customers have direct access to the 2nd MUX or concentrator.

2.3. *Rapid call set-up*

The long set-up times (up to 15 seconds) encountered in the existing telephone network restrict the optimization of many on-line data processing systems; and where users find rapid response is essential, they generally lease lines. Clearly any new switched data service must offer set-up times which are acceptable to users currently leasing lines, and should also take into account any future trends in data processing, especially involving short messages and rapid response. For short messages, higher speed services are likely to be uneconomic for users unless accompanied by rapid response. An efficient system might be regarded as one which provides set-up time which does not exceed, say, 10% of message duration, but in practice it is uneconomic to offer different times for each user category. Thus it becomes necessary to formulate broad objectives which are achievable technically and at reasonable cost.

With a network of processor controlled data exchanges and high speed interexchange signalling it is feasible to achieve a call set-up time of about 100 ms for connections of up to 800 km at customer speeds from 2400 bit/s upwards. This includes the selection time which can involve the transmission of up to 10 address characters; automatic transmission at the maximum users information rate of the channel is assumed. In fact short code dialling may be used to reduce the addressing time which is the predominating factor at the lower user rates.

2.4. *Integration with telephony*

During the past few years digital PCM transmission has made a significant penetration into the telephone network, and the possibility of digital switching for telephony is becoming increasingly attractive. The degree of integration possible with the new data service is the subject of continuing study.

Where common requirements can be identified, elements of the telephony network should be used as appropriate and data users will benefit from the economics of scale that are possible. But the development of some specialized equipment will inevitably be required to enable the data service to meet the more sophisticated requirements of data users.

There appear to be no fundamental problems in integrating digital transmission for PCM telephony and data. The future standard European PCM system will provide a 64 kbit/s digital capability in each single channel telephony time slot and 30 channels together with signalling and alignment channels will be multiplexed for operation on a 2.048 Mbit/s digital line capability. The proposed data network is based on digital transmission at 2.048 Mbit/s, 64 kbit/s and sub-multiples of this rate, and thus can be fully integrated with telephony at channel and system level.

In considering integration of digital switching however, data users requirements conflict to some extent with those required for telephony. Data processing equipment is likely to require more rapid and liberal interconnection with the network than is necessary for telephony. In addition, there is a need to provide packet switching facilities and a switching capability at sub-multiple speeds below 64 kbit/s. There are thus arguments in support of the concept that the switching requirements for data and digital telephony might be more economically optimized by unique designs of switching for the two services although it is recognized that a degree of commonality in technology, standards, and the design of some equipment modules may be possible.

2.5. *The data exchange*

The choice of an optimum switch configuration has been the subject of much study. Designs considered include an all-purpose switch handling all customer rates within the same time and space switching elements. An alternative approach involved 'stuffing' all customer speeds up to 64 kbit/s so that a 'unirate' interconnection network is used. But the most attractive possibility for a switch optimized for the data service appears to be one utilizing four separate switching configurations for the user speeds, shown in Fig. 4. This arrangement minimizes switch complexity, but to achieve this, incoming digital streams require to be demultiplexed sufficiently to enable homogeneous streams in each speed to be reassembled on highways operating at 64 kbit/s or higher. Each configuration includes elements of space and time switching. Fig. 4 shows a space-time-space arrangement. Plated wire or MOS storage techniques will be used to provide the time-slot changing function.

A modular construction will be necessary for expansibility and reliability. Packet switching will be handled by a separate unit, with the circuit switch used for access, except possibly when packets are originated by customers. The design will be suitable for an ultimate capacity of 6000 terminals; minimum capacity will be governed by economic considerations, but is unlikely to be less than 1 000 terminals.

Separate channel network control signalling at 48 kbit/s is proposed between DSE's to give maximum flexibility in operation; the possibility of using signalling packets with a format similar to those for carrying customers data packets is being explored.

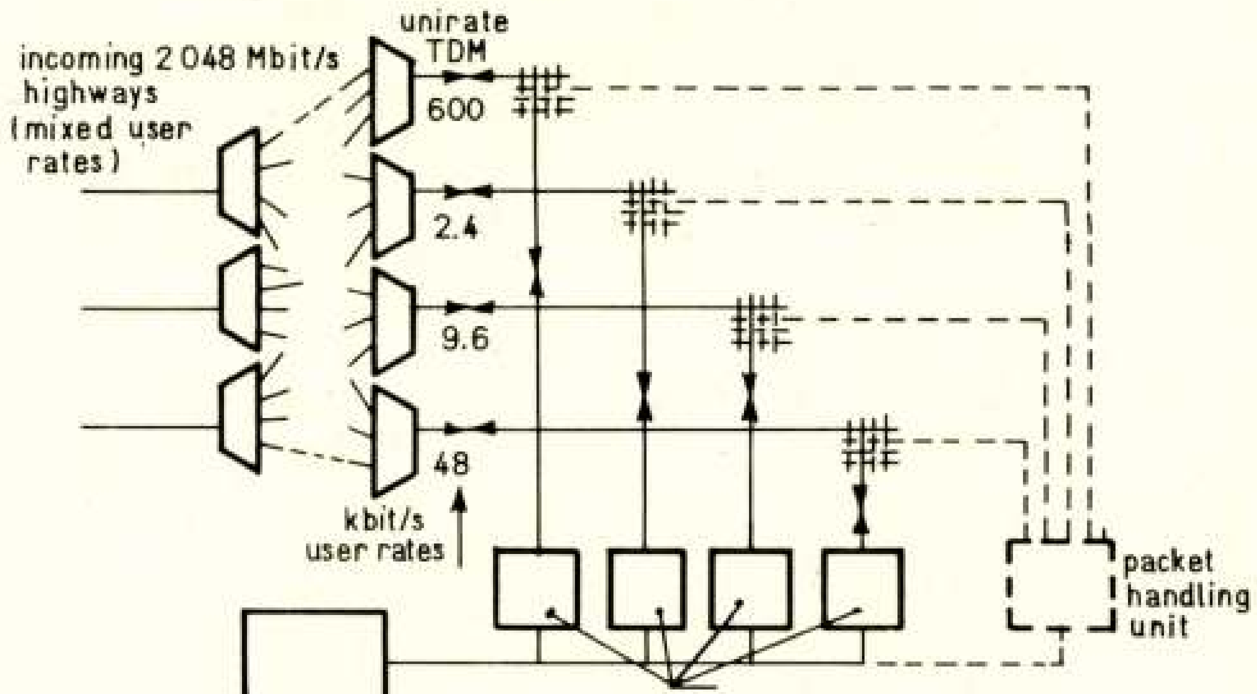


Fig. 4. Data switching exchange.

3. User facilities

3.1. *User information rates*

It was considered desirable to restrict the number of synchronous user rates to the four rates shown in Fig. 5; the provision of extra rates within the network would increase the cost of multiplexing and switching. These are, in fact, the maximum users information bearer rates of the channels, and for example, start/stop terminals of any speed up to 600 bit/s can be handled by the 600 bit/s synchronous channel.

Studies indicated that significantly lower line costs within the United Kingdom would not be achieved by offering a rate below 600 bit/s. It is also expected that the speeds of relatively simple terminals will continue to increase.

Fig. 6 indicates an estimated distribution for 50 000 terminals based on a fairly detailed hypothetical traffic model used as a basis for studies.

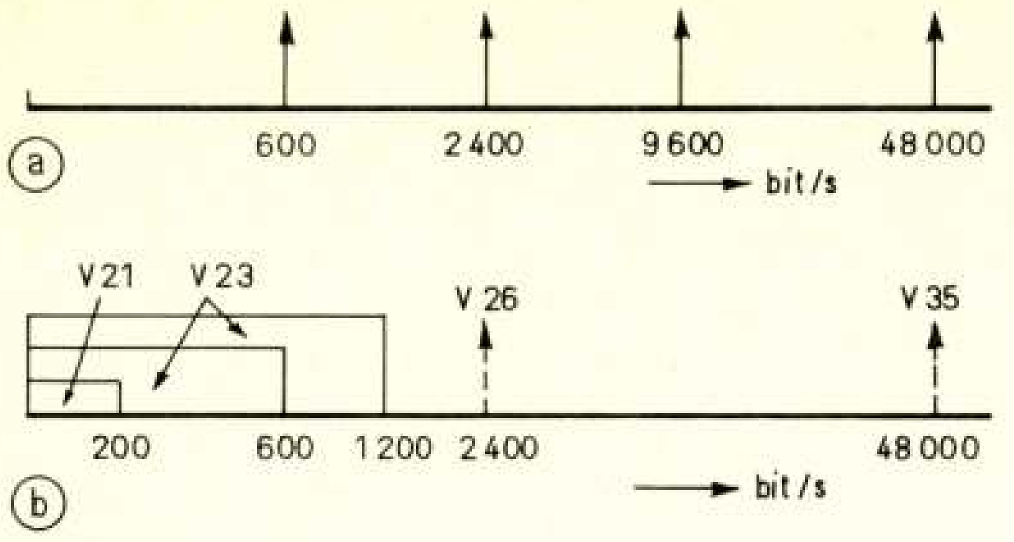


Fig. 5. Basic data rates.
a. Proposed maximum users information bearer rates;
b. Existing C.C.I.T.T.-recommended rates.

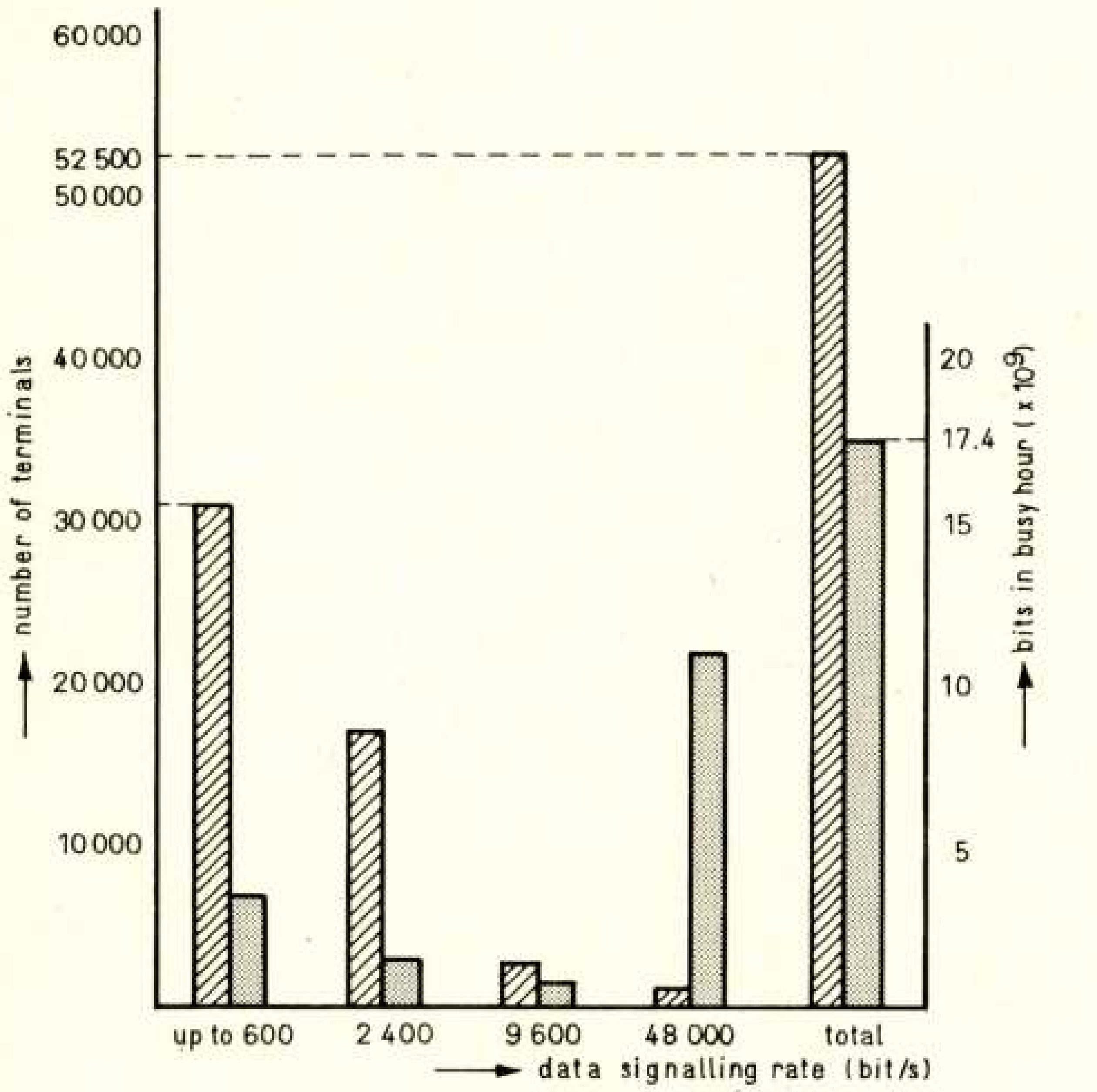


Fig. 6. Hypothetical traffic model; distribution of terminal traffic.

3.2. *Circuit and packet working*

The principles underlying these methods of working have been described elsewhere. Clearly, the design of any future network should be as flexible as possible so that it can be readily adopted to take into account the rapid changes occurring in the data processing environment. The packet mode may be clearly advantageous for certain processing functions, and the possibility of providing this mode of working in any future network should not be disregarded. Within the network packet working can effect economies in transmission for longer continental and intercontinental calls, but for national connections within the United Kingdom this factor is unimportant. There are possible advantages to the users, however, in providing the following optional facilities:

- Speed changing;
- Interleaved packet interface;
- Block error control;
- Multi-address;
- Delayed delivery.

The network I described offers primarily circuit switching facilities but the Post Office has announced its intention to offer an experimental packet switched service to interested customers.

It is proposed that this experimental service will have sufficient capacity, flexibility and geographical extent to establish the operational implications of such a service i.e. protocol, formats, response times, operating procedures etc. Hopefully it will also give an indication of likely future demand by enabling customers to assess over a 12 month experimental period, the advantages of a packet handling service compared with other types of data communication systems. It will also serve to define and prove procedures and interfaces with customers and assist in formulating tariff concepts. The experiment envisages both direct packet operation using a packet interface with the customer and character operation with packet assembly and disassembly at the switching modes. The proposed packet format is shown in Fig. 7.

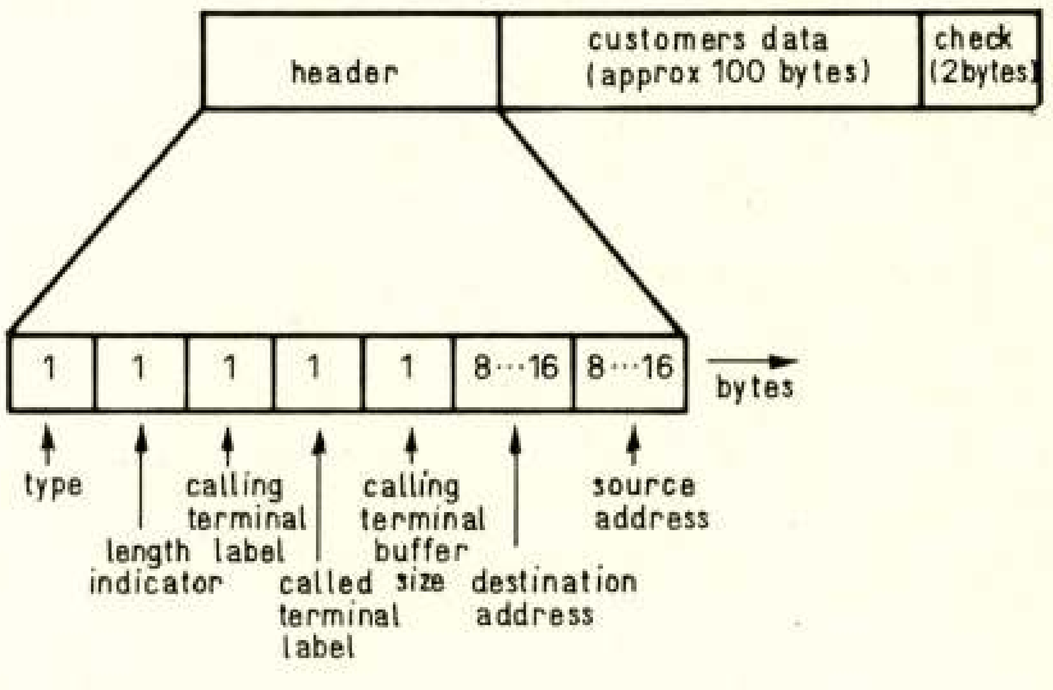


Fig. 7. Customers packet format.
Note 1: A byte is 8 bits.
Note 2: Subsequent packets in a call include sequence number in header, but not destination and source addresses.

3.3. *The envelope structure*

The need to provide a network control signalling capability between the customer's terminal and the DSE without placing any restriction on the sequence of bits which a customer may transmit gives rise to problems in indicating the clear down of a call. These requirements can be met by handling data in bytes and adding a status bit to each byte, to give a generous network control signalling capability. An additional bit, known as an 'alignment' bit is desirable to give a rugged frame alignment capability so that the position of the status bit in the serial data stream can be identified. The information byte together with associated framing and status bit has been called an 'envelope'.

The choice of optimum size of user's data byte has been given much consideration. It seems clear that International Alphabet No. 5 (7 bits + parity per character) will be the predominant code for the future, and also it seems desirable that users are able to generate network control signalling information in a compatible code format. To simplify interpretation of this information by the network it is desirable that single network control code groups should occupy individual bytes.

There are strong arguments in favour of a standard byte size for all speeds, and the two most practical propositions actively being considered are the 6 + 2 and 8 + 2 envelope structure.

The principle argument in favour of a 6 + 2 structure centres round the shared use of PCM systems for speech and data. The data multiplex may use the PCM frame timing to assist data multiplex synchronization. It also allows a minimum of one binary 1 in each PCM byte (8 bits) for those PCM systems which are not able to provide a bit sequence independent 64 kbit/s channel. The 6 + 2 envelope is, however, not directly suitable

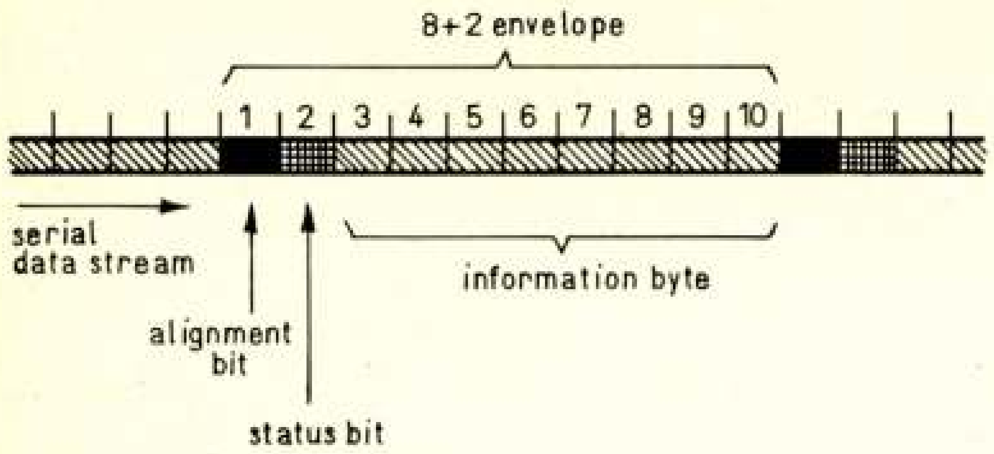


Fig. 8. Envelope format.
The statusbit specifies the type of information:
Logic 1 – customer's data;
Logic 2 – network control signalling.

for signalling from customers terminal using International Alphabet No. 5, although the use of a 6 bit subset is a possibility.

The principle arguments for 8 + 2 are concerned with its suitability for network control signalling from the customer to the switch using International Alphabet No. 5. In particular it provides an extensive signalling capability which could be valuable in providing additional new facilities in a modern data network.

If 'stuffing' were considered necessary, 8 + 2 can provide this conveniently for all speeds but this would be very difficult with a 6 + 2 structure for customers data rate of 48 kbit/s when transmitted over a 64 kbit/s link. Fig. 8 shows a possible 8 + 2 envelope.

4. Interfacing arrangements

4.1. *Interworking with other networks*

In a fully synchronous system all terminals are clocked to the network, but problems arise in international interworking with other networks, including, for example the EDS system, and national interworking with existing modem terminals on the switched telephone network.

In considering interworking with another synchronous type network there are three possibilities:

a. The networks should be mutually synchronized – an ideal solution;
b. The networks should be provided with an overspeed capability (stuffing) for speed adjustment at the boundary;
c. The networks should each operate with a high order of clock stability, with buffer storage at the boundary sufficient to avoid corruption of messages of an agreed length.

Similar possibilities exist in considering interworking with synchronous type terminals connected via EDS type networks or via modem links on the telephone network. These terminals can either be clocked to the synchronous network, the synchronous network can be provided with stuffing, or 'slip' with storage at the interface can be tolerated.

'Stuffing' provides a versatile solution to this problem and has been studied in some detail. Nevertheless, it involves an 'overhead' for the synchronous network which may only be required during a transitional period and before a world-wide synchronous network is established. Many Administrations favour the alternative solutions, although these might involve limitations of message lengths in some applications.

4.2. *User's interface equipment*

A synchronous network is well suited to handling isochronous transmissions and particularly those at the synchronous rates offered, i.e. 2.4, 9.6 and 48 kbit/s. For terminals operating in certain preferred start/stop structures, each character could be conveyed in a network envelope, and transmitted at the next available synchronous bearer rate. Idle envelopes would be inserted as appropriate. For non-preferred start/stop structures and for unstructured transmissions, customers can be given service on a synchronous bearer by the use of multiple sampling or transition encoding techniques.

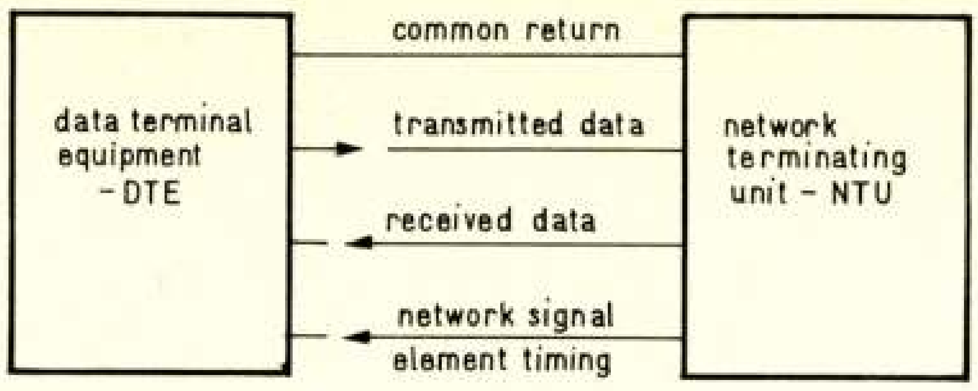


Fig. 9. Simple interface connections.

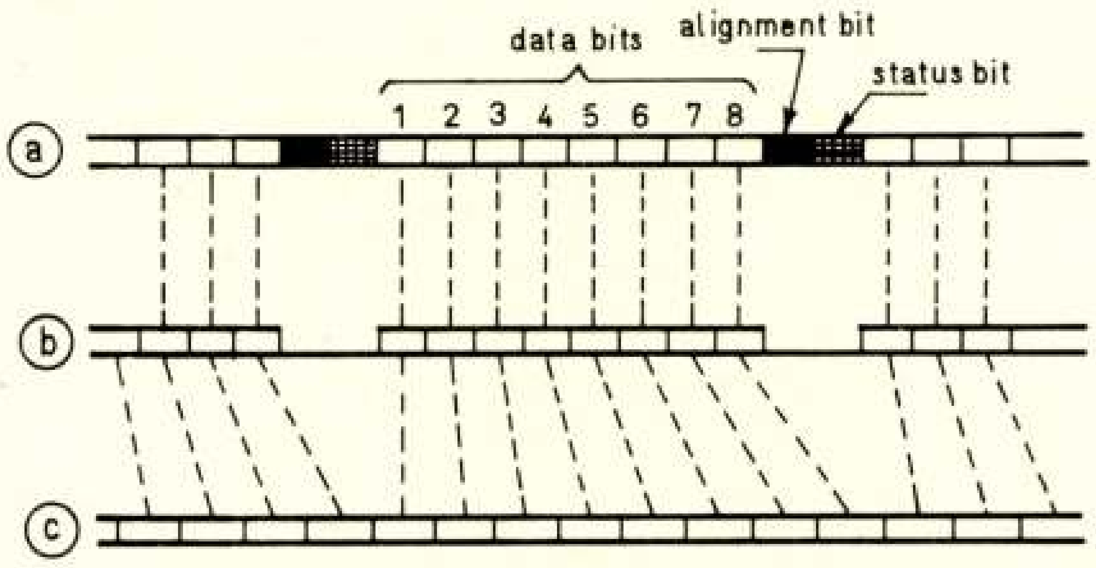


Fig. 10. Signal format at interface.
a. complete envelope;
b. burst isochronous data only;
c. true isochronous data only.

Customers could access the new network through existing standardized interfaces, or alternatively simpler low cost interfaces could be provided as shown in Fig. 9. In this case, network control is fully vested in the user's equipment and the network interface provides only line protection, transmission mode conversion and clock extraction. New terminals, including teleprinters could be economically designed to handle envelopes in this way. Other users may prefer envelopes to be assembled in the network interface equipment. In this case ideally the user would accept a burst isochronous signal.

Alternatively, by providing a more complex interface, a true isochronous signal could be given. These alternatives are shown in Fig. 10.

5. Economic considerations

The digital network is expected to give considerable economies in interface equipment, particularly at the higher user rates, and capital costs can be roughly apportioned as follows:

Interface equipment	6 ... 20%;
Local Area Network	50 ... 60%;
Switching costs (DSE's)	20 ... 25%;
Main network between switches	5 ... 7%.

The network seems unlikely to offer a cheaper service for low speed customers over short distances, but customers requiring higher speeds and more sophisticated facilities previously provided by leased circuits should benefit. The packet mode of operation is unlikely to reduce carrier operating costs within

the United Kingdom owing to the low cost of main network transmission, but there could be an overall cost benefit to the user able to accept interleaved packets at a computer.

6. Plans for implementation

Our time scale for the new switched network will inevitably be governed very largely by the development and manufacture of data switching equipment. Our current aim is to make available design information for the switch in 1972 so that the first exchanges would be manufactured and installed in time to allow limited service to open in 1977/78.

During the intervening period, however, the experimental packet switched service would be launched with service available to some customers in 1974. Debugging and the addition of other facilities will probably continue during 1974. During 1975 it is expected that intercity digital transmission links will begin to become available, so that we will be able to offer data customers digital leased line services in advance of the switched network.

It should be mentioned at this stage that implementation to this time scale will only be possible if the necessary priority can be maintained to ensure the deployment of sufficient resources in the face of very pressing requirements for other telecommunications services.

Korte technische berichten

Laserstraal voor het afspelen van een video-langspeelplaat

Onlangs werd door Philips bekend gemaakt, dat een groep onderzoekers en technici in samenwerking met Polygram erin geslaagd is, een nieuw systeem te ontwikkelen voor het afspelen van op een langspeelplaat vastgelegde video-informatie. De video-langspeelplaat (VLP) heeft een afspeelsnelheid van 25 omw/s. Het spoor bevat per omwenteling één volledig beeld. De informatie is in het spoor vastgelegd in de vorm van een aaneenrijging van microscopisch kleine langwerpige kuiltjes. De variatie van de lengte en de onderlinge afstand der kuiltjes bevat alle voor de weergave benodigde gegevens voor helderheid, kleur, geluid en de synchronisatiesignalen. Voor het aftasten van het spoor wordt een lichtpuntje gebruikt, afkomstig van een kleine heliumneon laser. De reflectie van dit lichtpuntje tegen de plaat wordt met behulp van een fotodiode in een elektrisch signaal omgezet, dat als videosignaal verder wordt verwerkt.

Voor een uitvoeriger bericht zie 'De Ingenieur' 1972, nr. 39, blz. A 854.

Vorderingen op het gebied van telecommunicatie via lasers

Door AEG-Telefunken wordt melding gemaakt van twee verbeteringen voor laser-telecommunicatieverbindingen die beide betrekking hebben op de transmissieweg.

In het researchinstituut te Ulm heeft men een stabiele losneembare steekverbinding vervaardigd voor glasfibers, die evenals een coaxiale steekverbinding met de hand kan worden gemaakt en verbroken. De gemaakte verbinding bezit een dempingsverlies van minder dan 0,4 dB.

Om een koppeling van minstens 90% te verkrijgen tussen de uiteinden van twee glasfibers moet vergeleken met de ideale aansluiting het volgende realiseerbaar zijn:

- de hoek tussen de hartlijnen der beide draden moet kleiner zijn dan 2°;
- de ruimte tussen de eindvlakken der beide draden mag niet groter zijn dan 4 μm;
- de hartlijnen der beide draden mogen onderling slechts onderdelen van 1 μm verschoven liggen.

Bij de ontworpen glasdraad-steekverbinding zijn de draden iets excentrisch gemonteerd in stiften, die op hun beurt weer excentrisch in een doorverbindingsbus passen. Door de stiften ten opzichte van elkaar te verdraaien wordt een optimale koppeling tussen de beide draden tot stand gebracht. Ondanks de grote vereiste nauwkeurigheid kan dit alles met de hand worden verricht. Een koppelingsgraad van meer dan 90% kan aldus worden bereikt.

De tweede verbetering betreft de fotodetector aan het einde van een glasdraadverbinding. De detector is een fotodiode met interne fotostroomversterking. De tot nu toe gebezigde siliciumdioden in planaire techniek zijn hier vervangen door mesadioden van hetzelfde halfgeleidermateriaal waarbij het te demoduleren licht volledig op de fotodiode wordt opgevangen en in de diodesperlaag in elektrische ladingsdragers wordt omgezet. Het rendement van de detector is daardoor verbeterd. De nieuwe schakeling is bovendien gevoeliger door een sterkere koppeling met de laserzender. De afsnijfrequentie na demodulatie reikt tot in de gigahertzen.

Mozaïekdrukker

Door Philips wordt als moduul een cijfer- en letterafdrukapparaat in de handel gebracht, dat de naam mozaïekdrukker draagt. Het afdrukmechanisme bezit zeven boven elkaar geplaatste en elektromagnetisch bediende stalen naalden, die in vijf achtereenvolgende bewerkingen een volledig teken afdrukken. Het teken verschijnt in de vorm van een aantal tot een mozaïek verenigde punten op een speciaal hiervoor geprepareerd vel papier, waarin inktcellen zijn opgesloten. Forse aanslagen verbreken de cellen, waardoor de inkt ter plaatse zichtbaar wordt.

Het afdrukken der tekens geschiedt met zeer grote snelheid; in één seconde wordt een regel van twintig tekens afgedrukt (een elektrische schrijfmachine haalt bij 50 baud 7 tekens per seconde). De snelheid van de drukinstructie wordt bepaald door een ringteller, die deel uitmaakt van een bijbehorende elektronische moduul. De code voor het af te drukken teken wordt in een MOS-'read only' geheugen omgezet in een zevendelige drukinstructie voor de naaldsolenoïden.

Het geruis van het afdrukken ligt op een aanzienlijk lager niveau dan dat van een schrijfmachine.

Philips Elonco Bulletin.

Boekennieuws

SOLYMAR, L.: **Superconductive Tunnelling and Applications**, 406 blz. Uitg.: Chapman and Hall, London, 1972. Prijs: £ 8.—

Wanneer twee supergeleiders gescheiden zijn door een isolerende laag is het mogelijk dat elektronen door deze laag tunnelen. Reeds in 1960 heeft Giaever experimenten aan dit interessante verschijnsel uitgevoerd, hetgeen leidde tot een fraaie bevestiging van de microscopische theorie voor supergeleiding, zoals die eerder geponeerd was door Bardeen, Cooper en Schrieffer. In 1962 voorspelde Josephson, dat er nog een ander tunnelfenomeen mogelijk zou zijn. Later is het gelukt dit eveneens experimenteel te bevestigen, waarbij men gebruik maakte van een zeer dunne isolerende laag. Sindsdien is er veel werk op deze gebieden verricht, waardoor bijv. de fundamentele grootheid e/h veel nauwkeuriger kan worden gemeten.

Solymar geeft in zijn boek hiervan een duidelijk beeld. 'Normal electron tunnelling' en 'Josephson tunnelling' worden apart behandeld, waarbij voor elk onderwerp een onderverdeling gemaakt is in karakteristieke verschijnselen, speciale effecten en toepassingen. Aan interessante toepassingen zoals computerelementen, magnetometers, voltmeters, spectrometers worden afzonderlijke hoofdstukken gewijd.

Doelbewust heeft de auteur sterk de nadruk gelegd op het experimenteel waarneembare van deze verschijnselen. Hierdoor komt de theoretische achtergrond soms in het gedrang. De auteur heeft getracht met dit boek zowel de aankomende onderzoeker als de specialist van dienst te zijn. De laatste vindt een vermoedelijk volledig literatuuroverzicht met bijna duizend referenties, bijgehouden tot en met 1971. Toch moeten de originele publikaties worden geraadpleegd voor vele interessante details. Ook de aankomende onderzoeker zal nu en dan de oorspronkelijke artikelen willen opslaan ter verduidelijking. De inleidende hoofdstukken geven een samenvatting van de basiskennis van supergeleiding. Dit gebeurt zo summier, dat deze beter hadden kunnen worden weggelaten met een verwijzing naar het boek van Lynton over supergeleiding (uitgeven door dezelfde uitgever). Voor het overige is het een prettig boek, dat ook goed leesbaar is voor diegenen die alleen in de toepassingsmogelijkheden geïnteresseerd zijn. Het boek is zeer aan te bevelen als men een goed overzicht wil hebben van wat er op deze gebieden gepresteerd is.

Drs. A. K. Niessen.

Varia

Elektroakoestische evenementen

De twee internationale tentoonstellingen van amusementselektronica in Europa – de 'Internationale Funkausstellung' in West-Berlijn en de 'Firato' in Amsterdam – zullen niet meer in hetzelfde jaar worden gehouden. Overleg tussen de organisatoren heeft ertoe geleid dat de Funkausstellung in de oneven jaren en de 'Firato' in de even jaren zal plaatsvinden.

De eerstkomende Internationale Funkausstellung zal van 31 augustus tot 9 september 1973 duren. Besloten is dat in 1973 voor het eerst een internationaal congres van vakgenoten de tentoonstelling zal begeleiden.

De eerstvolgende Firato is van 1973 naar 1974 verschoven. In plaats van de Firato zal in 1973 een gespecialiseerde tentoonstelling van hi-fi apparatuur worden gehouden in de maand september.

Van donderdag 26 tot zondag 29 oktober 1972 zal in het Kölner Funkhaus, Wallrafplatz 5, de 9e 'Tonmeistertagung' worden gehouden. Dit congres zal worden georganiseerd door de Westduitse omroep en het Verband Deutscher Tonmeister und Toningenieure e.V., in samenwerking met de 'Nordwestdeutsche Musikakademie – Staatliche Hochschule für Musik Detmold' en de 'Staatliche Hochschule für Musik und darstellende Kunst Berlin'. Elke drie jaar wordt een dergelijk congres georganiseerd als een ontmoetingspunt voor kunstzinnige en technisch-economische invloedssferen op alle terreinen van de muziekoverdracht: beeld- en geluidomroep, film, theater, grammofoon en bandcassette.

Voor het eerst zullen ditmaal fabrikanten van elektroakoestische studioapparatuur gelegenheid hebben hun produkten ten toon te stellen en nieuwe ontwikkelingen aan te kondigen.

Van 2 tot 7 april 1973 zal in Parijs de derde internationale 'Salon Audiovisuel et Communication' worden gehouden in het Parc des Expositions, Porte de Versailles. De meest geavanceerde audiovisuele oplossingen voor de moderne communicatie zullen aandacht krijgen, zoals videocassettes en teledistributie. De organisatie is toevertrouwd aan de SDSA (Société pour la Diffusion des Sciences et des Arts), 14 Rue de Presles – 75 – Paris XVème.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-Nerg: Von Geusaustraat 151, Voorburg.

Ledenmutaties

Nieuwe leden

Ir. S. M. Gresnigt, Boomgaardlaan 13, Utrecht.
Ir. A. Hoekstra, Maliesingel 24, Utrecht.
Ir. K. B. Klaassen, Populierenstraat 55, 's-Gravenzande.

Nieuwe adressen van leden

Ir. L. J. G. Berière, Tongerlolaan 9, Hapert.
Ir. A. van Brink, c/o LTT, Gravenstraat 33, Paramaribo, Suriname.
Ir. L. G. Drenthen, Valeriusplein 78, Alphen a/d Rijn.
Ir. C. Franx, Eikenlaan 22, Nuenen.
Ir. A. Kok, Patrijslaan 21, Leidschendam.
Ir. J. van der Plaats, Constantijnstraat 1, Nuenen.
Ir. P. Plomp, Elzenlaan 59, Hilversum.

Overleden

Ir. W. J. L. Dalmijn, Utrechtseweg 304 B, Arnhem.